















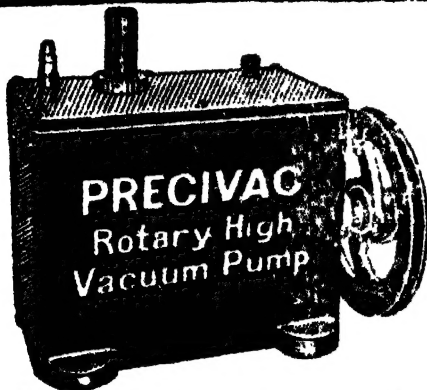






## বিষয়-সূচী

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
সববর্ষের নিবেদন	...	1
কবিতাে নাইজেরিয়ায় জীবন-সার	...	3
সমুদ্র-বিজ্ঞান এসসে	...	8
সাপের ইঞ্জিরগত বৈশিষ্ট্য	...	13
ভিটামিন বা খাদ্যগ্রাণ	...	17
বহাৎকর্ষ-তরক	...	21
ভারতে আকরিক সম্পদ—যােজানিজ	...	26
সকরন	...	31
চণীগড়ে ভারতীর বিজ্ঞান-কংগ্রেসের 60তম অধিবেশন—1973	...	33



**PRECIVAC**  
Rotary High  
Vacuum Pump

**For Industry, Research  
Educational Institutes  
& Govt. Contractors**

**PRECIVAC ENGINEERING COMPANY**  
Office: 10/1, S. S. CHATTERJEE ROAD,  
CALCUTTA-42. PHONE: 40-787  
Factory: JOGENDRA GARDEN, RAJDANGA,  
P.O. HALTI, DIST: IN PARANAG.

## PYREX TABLE BLOWN GLASS WARE

আমরা পাইরেক্স কাঁচের-টিউব হইতে  
সকল প্রকার বৈজ্ঞানিক পরীক্ষণাগারের  
অতঃমানসীত যন্ত্রপাতি প্রস্তুত ও সরবরাহ  
করিয়া থাকি।

মিঃ টিকানার অনুসন্ধান করুন :

**S. K. Biswas & Co.**  
137, Bowbazar St.  
Koley Buildings, Calcutta-12

Gram : Soxhlet. Phone : 35-9915



## বিষয়-সূচী

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
তৈজস বৌদ্ধের কাঠামো নির্ণয়ে ভরবর্ণালীমিতি ...	কালীশঙ্কর সুখোপাধ্যায়	44
1972 সালের বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার ...	র. ব.	51

## কিশোর বিজ্ঞানীর দপ্তর

পরিব্রাজক পাখী	...	অশ্বনকুমার রাওচৌধুরী	55
পারদর্শিতার পরীক্ষা	...	ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জহরত বসু	57
কৃষ্টি যোগ ও ভিটামিন সি	...	শ্রীজ্যোতি নন্দী	58
উত্তর (পারদর্শিতার পরীক্ষা)	...		61
এক ও উত্তর	...	শ্রীমন্তনন্দ দে	62
বিবিধ	...		63

## Latest Calcutta University Publication

1. Bangla Abhidhan Granther Parichay, (1743-1867) (বাংলা অভিধান গ্রন্থের পরিচয়) (১৭৪৩-১৮৬৭ খৃঃ) (in Bengali), by Sri Jatindra Mohan Bhattacharya. Royal 8 vo. pp. 335. 1970. Price Rs. 12.00
2. Brinjabaner Chhay Goswami (বুঝাবনের ছয় গোষ্ঠাবী) (in Bengali), by Dr. Nareshchandra Jana. D. 16 mo. pp. 3:6. 1970. Price Rs. 15.00
3. Collected Poems & Early Poems & Letters, by Sri Manmohan Ghose. Edited by Sin. Lotika Ghose. Royal 8 vo. pp. 320. 1970. Price Rs. 25.00
4. Early Indian Indigenous Coins, edited by D. C. Sircar. Demy 16 mo. pp. 184+1 plate. 1971. Price Rs. 12.00
5. Fundamental of Hinduism (2nd Edition), by Dr. S. C. Chatterjee, Demy 16 mo. pp. 220. 1970. Price Rs. 5.00
6. Foreigners of Ancient India & Lakshmi & Sarasavati in Art & Literature, edited by D. C. Sircar. Demy 16 mo. pp. 200+9 plates. 1970. Price Rs. 12.00
7. Govinda Vijay (গোবিন্দ বিজয়) (in Bengali), edited by Dr. Pijuskanti Mahapatra. D/Demy 16 mo. pp. 584. 1969. Price Rs. 25.00
8. Gopi Chandra Nataka, by Dr. Tarapada Mukherjee. Demy 16 mo. pp. 172. 1970. Price Rs. 10.00
9. Illusion and its Corrections, by Dr. Jatilcoomar Mukherjee. Royal 8 vo. pp. 334. 1969. Price Rs. 20.00
10. Mahabharat (Kavi Sanjoy) (মহাভারত—কবি সঞ্জয় বিরচিত), by Dr. Munindrakumar Ghose. Royal 8 vo. pp. 1070. 1969. Price Rs. 40.00

for further details, please enquire :

Publication Department, University of Calcutta  
48, HAZRA ROAD, CALCUTTA-19.



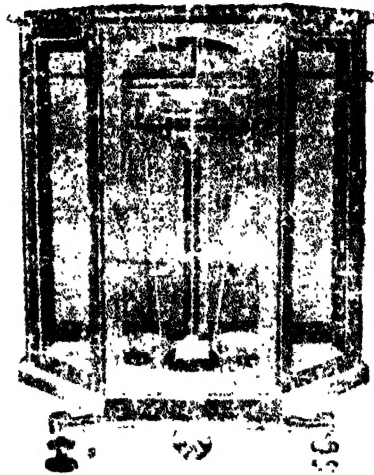
**SOME OF THE  
BASIC PRODUCTS  
MANUFACTURED  
BY US**

SACCHARIN  
PHENACETIN  
ETHYL OLEATE  
MENTHOL  
STEARIC ACID  
STEARATES  
OLEIC ACID  
GLYCERYL MONO-STEARATE  
ALSO OTHER PHARMACOPOEIAL,  
TECHNICAL CHEMICALS  
& LABORATORY REAGENTS

**THE  
CALCUTTA CHEMICAL CO. LTD.  
CALCUTTA 29**



আনালিটিক্যাল ব্যালান্স



পবেষণা, শিল্প ও শিক্ষা বিভাগের প্রয়োজনীয়

হস্ততম পরিমাপ যন্ত্র প্রস্তুতকারক :

সায়েন্সিয়া ইণ্ডাস্ট্রিজ (ইণ্ডিয়া) প্রাইভেট লিমিটেড

৩৪, ব্যানার্জী বাগান লেন

::

২, বর্ষভঙ্গা রোড

কলিকতা, হাওড়া

ফোন : ৬৬-৩৫৪৬

বেলুড়, হাওড়া

## লেক্সিন

সর্পদংশনের সুবিখ্যাত মাহৌষধ,

সর্বপ্রকার সর্পবিশ নষ্ট করে।

কলেরায় নির্ভরযোগ্য ঔষধ, প্রতিবেষক

হিসাবেও নিশ্চিত কলপ্রদ।

লেক্সিন সকল সস্ত্রান্ত দোকানে পাওয়া যায়।

**পি. ব্যানার্জি মিহিকায়, বিহার**

কলিকাতা অফিস : ১০১ ডি, ভ্রামাশ্রমাদ নুখারী রোড

কলিকাতা-২৬



# জ্ঞান ও বিজ্ঞান

ষড়বিংশতিতম বর্ষ

জানুয়ারী, ১৯৭৩

প্রথম সংখ্যা

## নববর্ষের নিবেদন

'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' বর্তমান বর্ষে ২৬তম বর্ষে পূর্ণাঙ্গ করিল। বহু ঘাত-প্রতিঘাত, বাধা-বিপত্তির মধ্য দিয়া 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' এই অগ্রগতি—সাহাবের অনলস কর্মোত্তম, উৎসাহ ও উদার দাক্ষিণ্যে সজ্জ্ব হইয়াছে—সর্বাঙ্গে তাঁহাদিগকে জানাই আমাদের অতিনন্দন।

২৫ বৎসর পূর্বে বাংলা বিজ্ঞান-সাহিত্য বাতা ছিল, আজ আর তাহা নাই। এখন বাংলা ভাষায় বহু দক্ষ বিজ্ঞান-লেখকের আবির্ভাব হইয়াছে এবং হইতেছে। ইচ্ছাদের একাঙ্গ নিষ্ঠা ও সাধনায় বাংলা বিজ্ঞান-সাহিত্য ক্রমশঃই পুষ্ট হইয়া উঠিতেছে। বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান-প্রবন্ধ আজ এত-তপ জনপ্রিয় হইয়াছে যে, বিভিন্ন বাংলা সাপ্তাহিক পত্র-পত্রিকা এবং দৈনিক পত্রিকারও ইহা একটি

নিয়মিত অঙ্গ হইয়া উঠিয়াছে। জনসাধারণের বিজ্ঞানের প্রতি অসুরাগ বৃদ্ধির পরিপ্রেক্ষিতে আকাশবাণী (কলিকাতা কেন্দ্র) নিয়মিতভাবে বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান প্রচারের ব্যবস্থা করিয়াছেন। বাংলা ভাষায় প্রকাশিত বিজ্ঞানবিষয়ক পুস্তকের সমাদরও ক্রমবর্ধমান। বিজ্ঞানের প্রতি জন-সাধারণের বিশেষতঃ ছাত্র-ছাত্রীদের আগ্রহ যে ক্রমশঃ বাড়িতেছে, তাহা শব্দ এবং প্রায়ে বিজ্ঞান প্রদর্শনীর আয়োজনের সংবাদ হইতেই উপলব্ধি করা যায়। এষ্ট প্রসঙ্গে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান'র গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকার কথা আমরা সবিনয়ে উল্লেখ করিতে পারি। বস্তুতঃ 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান'র কিশোর বিজ্ঞানীর মূল্যবান বস্তু প্রদর্শনীর আয়োজনে অসু-প্রেরণা দিয়াছে।



25 বৎসর পূর্বে তাঁহারা বাংলা ভাষার বিজ্ঞান শিকা ও প্রচারের কথা বলিয়াছিলেন—তখন অনেকেই তাঁহাদিগকে অবাস্তব স্বপ্নবিলাসী বলিতে ইতস্ততঃ করেন নাই। আজ তাঁহাদের স্বপ্ন সার্থক রূপায়ণের পথে। কিন্তু তাই বলিয়া আত্মপ্রশাস লাভ করিবার সময় এখনও আসে নাই। এখনও অনেকেই বাংলা ভাষার আদর্শ যানের জটিল বিজ্ঞানবিষয়ক পুস্তক এবং উচ্চতর শ্রেণীর জন্ত বিজ্ঞানের পাঠ্যপুস্তক রচনা চূঃসাধ্য বলিয়া মনে করেন। উপযুক্ত পরিভাষার অভাব তাঁহাদের আশঙ্কার অন্ততম কারণ। কিন্তু আমরা দৃঢ়তার সহিত বলিতে চাই যে, কাজটি কষ্টসাধ্য হইলেও অসাধ্য নয়। ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ এবং অন্যান্য বাংলা সাময়িক পত্রিকাদিতে প্রকাশিত বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ, বৈজ্ঞানিক গ্রন্থাদি এবং বৈজ্ঞানিক বেতার কবিকা তাঁহাদের এই আশঙ্কা নিরসন করিতে পারে। পরিভাষার অভাব তো আছেই, কিন্তু সেই অভাব দূর করিবার আন্তরিক প্রয়াস থাকিলে এই প্রতিবন্ধকতা নিঃসন্দেহে দূরীভূত হইবে। অনেকে বলেন, উপযুক্ত পরিভাষার অভাবে বাংলার বিজ্ঞানের প্রবন্ধাদি লেখা খুবই অসুবিধাজনক। কিন্তু লেখার চর্চা থাকিলে ক্রমশঃই প্রয়োজনানুসারে পরিভাষা আপনিই গড়িয়া উঠিবে। পূর্বের ভুলনার বর্তমানে বাংলাভাষার বিজ্ঞানের পরিভাষার শব্দভাণ্ডার অনেক বেশী সমৃদ্ধ; আন্তরিক প্রয়াসে তদ্বিঘ্নে তাহা আরও বেশী সমৃদ্ধ হইয়া উঠিবে।

আমাদের জাতীয় সরকার স্নাতক ও স্নাতকোত্তর শ্রেণীর জন্ত বাংলা ভাষার বিজ্ঞান গ্রন্থ

রচনার উদ্দেশ্যে যে অর্থ বরাদ্দ করিয়াছেন, অত্যাধি তাহার পূর্ণ সদ্যবহার হয় নাই। ইহা আমাদের জাতীয় জীবনের পক্ষে যে লক্ষ্যজনক অধ্যায়, সেই বিষয়ে সম্ভবতঃ ঘিমতের অবকাশ নাই। বাংলা ভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞান প্রচারে তৃতী হিসাবে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ বিশ্ববিদ্যালয় ও পশ্চিম বঙ্গ সরকারের নিকট প্রাপ্ত (কর্ম-সচিবের নিবেদন দ্রষ্টব্য—1971, 1972)—বাংলাভাষার উচ্চতর শ্রেণীর পাঠ্যপুস্তক রচনার কাজে সহযোগিতার জন্ত প্রস্তুত থাকিলেও—চূঃখের বিষয়, সংশ্লিষ্ট কর্তৃপক্ষ আমাদের সহযোগিতা গ্রহণে বিন্দুমাত্র আগ্রহ প্রকাশ করেন নাই। এই মহান জাতীয় কর্তব্য বধাবিহীনভাবে স্থগিত করিবার জন্ত আমরা পুনরায় তাঁহাদিগকে আমাদের সহযোগিতা গ্রহণের বিনীত আহ্বান জানাইতেছি।

বাংলা ভাষার মাধ্যমে সর্বস্তরে বিজ্ঞান প্রচারের মহান উদ্দেশ্যে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ প্রতিশ্রুতিবদ্ধ। ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের মুখপত্র হিসাবে এই স্রুত উদ্ঘাপনে সর্বপ্রকারে যত্নবান।

সম্ভব পাঠক-পাঠিকা, লেখক-লেখিকা এবং বিজ্ঞাপনদাতাদের অকুণ্ঠ সহযোগিতা আমাদের নিরন্তর উৎসাহিত করিতেছে। তাঁহাদের আন্তরিক শুভেচ্ছা এবং সদাশয় সরকারের আদ্রকুল্যে আমাদের অগ্রগতি আরও ত্বরান্বিত হইবে—সন্দেহ নাই। আজ ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ের শুভ নববর্ষের প্রারম্ভে সকলের সাহায্য, সহায়ত্ব ও সহযোগিতা প্রার্থনা করিতেছি।



# কৃষিতে রাইজোবিয়াম জীবাণু-সার

নীহারেন্দ্র সিংহ\*

সার বলতে আমরা সাধারণতঃ তৈর ও অতৈর সার বুঝি, কিন্তু এছাড়াও এক বিশেষ ধরনের জীবাণু আছে, যাদের মাটিতে প্রয়োগ করলে বায়বীয় নাইট্রোজেন বৃদ্ধি (Fixation) করে মাটির উর্বরতা বাড়ায়। এই ধরনের জীবাণু মাটিতে সারের মত প্রয়োগ করা হয় বলে এদের Bacterial fertilizer বা জীবাণু-সার বলে। এই ধরনের জীবাণু সারকে দু-ভাগে ভাগ করা যেতে পারে।

(1) মুক্তজীবী নাইট্রোজেন বৃদ্ধিকারী জীবাণু (Free living Nitrogen fixing bacteria)— এই জাতীয় জীবাণু মাটিতে মুক্তভাবে বসবাস করে গ্যাসীয় মৌলিক নাইট্রোজেন বৃদ্ধি করে; যেমন—Azotobacter, Clostridium, Beijerinckia, Derxia ইত্যাদি। এরা প্রতি একরে 3 kg থেকে 10 kg নাইট্রোজেন বৃদ্ধি করতে পারে।

(2) বিধোজীবী জীবাণু (Symbiotic bacteria)—

এই জাতীয় জীবাণু শিম, ডাল, কড়াইজাতীয় গাছের মূলে গুটি বা অগুঁড় (Nodule) তৈরি করে তার মধ্যে নাইট্রোজেন বৃদ্ধি করে। ডাল, কড়াই চাষে উত্তম গুটি হলে প্রতি একরে 40kg থেকে 125kg পর্যন্ত নাইট্রোজেন মাটিতে সংরক্ষিত হতে পারে। এই জাতীয় জীবাণুর নাইট্রোজেন বৃদ্ধি করার ক্ষমতা সবচেয়ে বেশী।

তাহাছাড়া কিছু নীল-সবুজ শ্রাওলা (Blue-green algae) আছে, যারা বায়বীয় নাইট্রোজেন বৃদ্ধি করতে পারে। অগুঁড় জীবাণু-সারের মত এই শ্রাওলাকেও সার হিসাবে জমিতে প্রয়োগ করা হচ্ছে। এদের বলা হয় Algal

fertilizer বা শ্রাওলা-সার। এই জাতীয় শ্রাওলা প্রতি একরে 10kg থেকে 20kg পর্যন্ত বায়বীয় নাইট্রোজেন বৃদ্ধি করতে সক্ষম।

এদের মধ্যে দেখা যাচ্ছে Legume-Rhizobium symbiosis-এর কলে মূলে যে গুটি বা অগুঁড় তৈরি হয়, তার নাইট্রোজেন বৃদ্ধি করার ক্ষমতা সবচেয়ে বেশী। তারচেয়ে কৃষির ক্ষেত্রে Algal এবং Azotobacter fertilizer-এর প্রচলন থাকলেও রাইজোবিয়াম (Rhizobium) জীবাণুর ব্যবহার সবচেয়ে বেশী। এই রাইজোবিয়াম জীবাণু কিভাবে বীজে মাথাতে হয়, তার উপকারিতা কি, সে বিষয়ে আলোচনা করা হচ্ছে।

## শিথি-জাতীয় শস্ত চাষের উপকারিতা

আমরা সবাই জানি যে, ডালকড়াই বা শিথি জাতীয় (Legume) শস্তের চাষ করতে নাইট্রোজেন-ঘটিত সারের তো প্রয়োজনই হয় না, অধিকন্তু এই চাষ মাটির নাইট্রোজেনের পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়। সেই ক্ষেত্রে ডালকড়াই শস্তের আবাদকে পর্যায়ক্রমিক চাষের (Rotation of crop) মধ্যে একান্ত আবশ্যকীয় বলে গণ্য করা হয়। আবার সবুজ সার হিসাবে ব্যবহারের ক্ষেত্রে এটি শিথি-জাতীয় গাছের মতো পক্ষে, শপট ইত্যাদি আবাদের সঙ্গে চাষ করা হয়ে থাকে। মাটিতে কোন রূপ নাইট্রোজেন-ঘটিত সার না দিয়ে এই ডালকড়াই জাতীয় গাছের চাষ করে প্রতি একরে 40kg থেকে 125kg পর্যন্ত বায়বীয় নাইট্রোজেন বৃদ্ধি করতে পারে। বজার ব্যাপার হচ্ছে, এই জাতীয় শস্তের

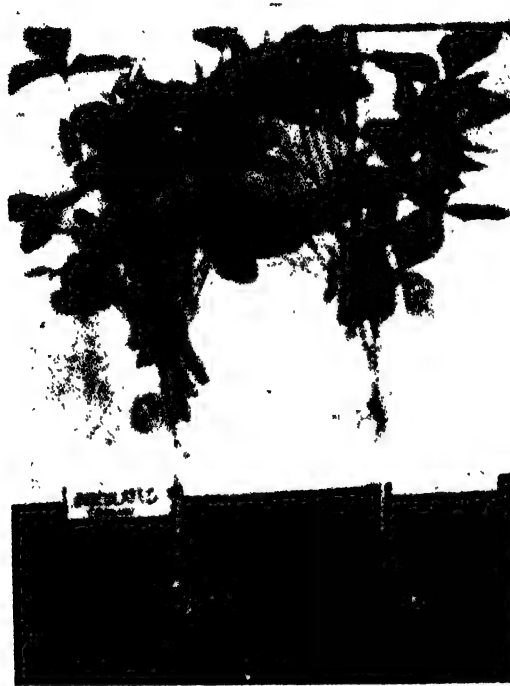
\* মাটিকোষায়োলজী বিভাগ, ১ম বিভাগীয় সহকারী, কলিকাতা-৭



চাষ করে উৎপাদন তো হচ্ছেই, তাছাড়া মাটি থেকে কোন নাইট্রোজেন না নিয়ে বায়বীয় নাইট্রোজেন ব্যবহার করে গাছ বড় হয় এবং কিছু নাইট্রোজেন মাটিতে থেকে যায়। তার ফলে মাটির নাইট্রোজেনের পরিমাণ বাড়ে। এই চাষের পর যা চাষ করা হোক না কেন, তাতে নাইট্রোজেন

### গুটি বা অবৃদ্ধ তৈরির পদ্ধতি

যদি একটি মটর গাছকে মাটি থেকে মূলসহ খুব সাবধানে উলড়ে কেলা যায়, তবে ঐ মূলে অনেক ছোট ছোট গুটি বা অবৃদ্ধ দেখতে পাওয়া যাবে। ঐ গুটি বায়বীয় নাইট্রোজেন বদ্ধন করার ক্ষমত্বপূর্ণ। মাটিতে নাইট্রোজেন



এখানে জীবাণু সার প্রয়োগ করে (Inoculated বা দিকে) এবং প্রয়োগ না করে ( Non inoculated-ডান দিকে ) সরাবিনের গুটি (Nodule), গুটি এবং গাছের তুলনা দেখানো হয়েছে।

সার না দিলে বা খুব কম পরিমাণে ব্যবহার করলেও চলে। তাছাড়া ডালকড়াই জাতীয় বীজে প্রচুর উদ্ভিদ প্রোটিন আছে। এর বাতমূল্য অল্প যে কোন উদ্ভিদের চেয়ে বেশী। তাই পশ্চিম বঙ্গ সরকার সরাবিনের চাষ বাড়ানোর চেষ্টা করছেন।

নামে একপ্রকার জীবাণু থাকে। যখন ঐ ডালকড়াই ইত্যাদি মাটিতে উৎপন্ন হয়, তখন ঐ গাছের মূলদেশে দিবে মূলের মধ্যে ঐ জীবাণু প্রবেশ করে এবং তারা সংখ্যায় বাড়ে। জীবাণুগুলির এই অবস্থাকে Bacteroid বলে। গাছ ঐ Bacteroid-এর চার দিকে কোষ



দিয়ে বিতরিত করে। এর কণে গোল, লম্বা নানা আকৃতির অবুঁদ তৈরি হয়। এই অবুঁদ হলে গাছের মাটি থেকে নাইট্রোজেন নেবার প্রয়োজন হয় না। ঐ জীবাণু ব্যবহার নাইট্রোজেন মাটিতে বন্ধন করে। তার কিছু অংশ জীবাণু নিজে ব্যবহার করে, বাকীটা গাছ গ্রহণ করে। পরিবর্তে গাছ থেকে শর্করা জাতীয় বাস্তু জীবাণু গ্রহণ করে থাকে। এইভাবে পরস্পরে বেশ বোঝাপড়া করে অবস্থান করে। সে জন্যে এই পদ্ধতিকে Symbiosis বা মিথোজীবিতা বলে।

ঐ গাছের মূলে গুটি হয় না। বর্ষাবানের কয়েক জায়গাতে ছোলা গাছে গুটি হয় না। যদিও বা হয়, তা নিতান্ত ছোট, সংখ্যায় খুব কম—নাই বললেই চলে। আমন ধানের পর যে সব জমিতে যেসারী ইত্যাদি চাষ করা হয়, তাতে একটিও গুটি দেখতে পাওয়া যায় নি। ২৪-পরগণার কোন কোন জায়গা থেকেও অল্পরূপে বয়স পাওয়া গেছে। আমাদের দেশে সরাসরি চাষ করলে তাতে একটিও গুটি হয় না, আবার গুটি হলেই যে নাইট্রোজেন বন্ধন করবে, তাও ভেদ্য করে বলা যায় না। এই জাতীয়



এখানে জীবাণু-সার প্রয়োগ করে (T—Treated) এবং জীবাণু সার প্রয়োগ না করে (C—Control) ছোলার গুটির (Nodule) সংখ্যা এবং আকৃতির পার্থক্য দেখানো হয়েছে।

ডালকড়াই জাতীয় গাছ চাষ করলেই মূলে ঐ অবুঁদ বা গুটি হয় না, গাছ বয়স বায়বীয় নাইট্রোজেন পায় না, তখন মাটির নাইট্রোজেনের উপর নির্ভরশীল হয়। কিন্তু তখন মাটির নাইট্রোজেন বাড়ছে না বরং কমে যাচ্ছে। পশ্চিম বঙ্গের বিভিন্ন জায়গায় ভূমিজাতীয় গাছ উপড়ে বেখেছি—তাদের মধ্যে কতকগুলি জায়গায় সব সময়

গুটিকে অকার্যকর গুটি (Ineffective nodule) বলে। সব সময় ভাবা উচিত নয় যে, যেহেতু শিথিজাতীয় গাছের চাষ করা হয়েছে, সেহেতু মাটির নাইট্রোজেনের পরিমাণ বাড়িয়ে দেবে। অনেক ক্ষেত্রে তা কার্যতঃ ব্যর্থ হচ্ছে। এর কারণ অনেক কিছু হতে পারে। যেমন মাটি যদি খুব উষ্ণ হয় অথবা অধিক অম্লীয় (Acidic) বা ক্ষারীয় (Alkaline)



হয় কিংবা মাটির জৈব পদার্থ কম থাকে ইত্যাদি। মাটিতে যে জাতীয় রাইজোবিয়াম জীবাণু এই বিশেষ শিথিলজাতীয় গাছের গুটি তৈরি করবে, সেই জীবাণু যদি মাটিতে না থাকে বা থাকলেও সংখ্যায় যথেষ্ট না হয়, তাহলেও গাছের গুটি কমে যাবে। বেশী অম্লাস্বাদ বা কাসীর মাটি হলে এই জাতীয় জীবাণু বাচতে পারে না। এই সবে মধ্য মাটিতে রাইজোবিয়াম জীবাণুর অভাবই গুটি না হবার অন্যতম কারণ।

### বীজে জীবাণু রাখার পদ্ধতি

শিথিলজাতীয় গাছের মূলে সংখ্যায় প্রচুর, বড় আকৃতির এবং উচ্চ গুণসম্পন্ন গুটি বাতে উৎপন্ন হয়, তার একমাত্র উপায় হলো—যে জমিতে ভালকড়াই চাষ করা হবে, কেবল সেই গাছের জন্তে নির্ধারিত জীবাণু (Rhizobium) বীজ বপনের পূর্বে বীজে মাখিয়ে বপন করলে দেখা যাবে—ঐ গাছের মূলে ও চুর গুটি ধরেছে, গাছের বৃদ্ধিও দ্রুততর হচ্ছে এবং উৎপাদনও পতকরা 20 থেকে 100 ভাগ বেড়ে গেছে। এই জীবাণু গবেষণাগারে বিশেষ ধরনের তরলের মাধ্যমে, যথা—সর্করা, খনিজ পদার্থ, ভিটামিন ও অ্যামিনো অ্যাসিড দিয়ে গাঁজাতে (Ferment) হয়। তখন লক লক জীবাণু বাড়তে থাকে এবং গঁদের (Gum) মত ঘন পদার্থ তৈরি হয়। জীবাণুর এই তরল কালচার (Liquid culture) বীজে মাখিয়ে দিয়ে বপন করা হয়, রাইজোবিয়াম জীবাণুর তরল কালচার ছাড়াও মাটিতে বা Peat soil-এ জীবাণু মিশিয়ে প্যাকেটে করে সরবরাহ করা হয়। মাটিতে বা Peat soil-এ জীবাণু সরবরাহ করলে, তৈরির পর তা 2/3 মাস পর্যন্ত ব্যবহার করা যায়। আর বোতলে তরল কালচার 1½ থেকে 2 মাস ব্যবহার করা যায়।

বীজ বপনের পূর্বে বীজকে 15/20 মিনিট জলে ডিকিয়ে রাখবার পর ঐ জল কেলে দিতে

হয়। এতে দুটি উপকার পাওয়া যায়—প্রথমতঃ অনেক সময় দেখা গেছে, বীজের খোসার antibiotic জাতীয় জিনিস থাকে, দ্বিতীয়তঃ বীজ-ব্যবসায়ীরা ছত্রাক বা পোকাকার প্রতিবেষক গুণ (Fungicide বা Insecticide) বীজে মাখিয়ে রাখে। এই সব জিনিস রাইজোবিয়াম জীবাণুর পক্ষে কতিকর, তাই বীজ জলে ডিকিয়ে নিলে তা অনেকটা ধূস হয়ে যায়। এসব ক্ষেত্রে গুণের বীজ বপনের পরে এরোগ করলে ভাল কল পাওয়া যায়। আর পিটার জলে 25 থেকে 50 গ্রাম শুষ্ক বা চিনি মিশিয়ে নিয়ে 15-20 মিনিট ফুটাবার পর ঠাণ্ডা করে নিতে হয়। এখন তাতে এক প্যাকেট মাটিতে যেখানো culture (Soil culture), Peat culture বা এক বোতল Liquid culture ঢেলে দিয়ে ভালভাবে যেখানো হয়। এই পরিমাণ জলে মিশ্রিত জীবাণুর এক একরে যে পরিমাণ বীজ লাগে, তা ঢেলে দিয়ে ভাল করে মিশিয়ে নিতে হয়, তারপর ছায়াতে একটু শুকিয়ে নিয়ে বপন করা হয়। বীজের উপর রাখানো জীবাণুতে বাতে দূর্যকিরণ না পড়ে, সেদিকে সতর্ক থাকতে হয়। শুষ্ক বা চিনির জলের পরিবর্তে কোটানো দুধ দিয়ে অল্পপরিমাণে বীজে জীবাণু রাখানো চলে। এই ব্যাপারে একটা কথা জেনে রাখা দরকার যে, এক এক ধরনের ভালকড়াই লত চাষের জন্তে এক এক ধরনের জীবাণু নির্দিষ্ট থাকে। কেবল সেই বীজের জন্তে সেই জীবাণু এরোগ করতে হয়। অন্য জীবাণু হলে কোন কল পাওয়া বাওয়া যায় না। আজ এই জীবাণু ভারতে প্রধানতঃ দুটি প্রতিষ্ঠানে তৈরি হয়। একটি হলো কলিকাতার বহু বিজ্ঞান মহাবিদ্যালয়ের রাইজোব্যায়োলজি গবেষণাগার আর একটি হলো Indian Agricultural Research Institute-এর রাইজোব্যায়োলজি বিভাগ।

এখন প্রশ্ন উঠতে পারে—এই পদ্ধতি কি খুব জটিল? জীবাণু-সার ব্যবহারে যে বরচ পড়বে, শস্যের উৎপাদন কি সেই পরিমাণে বাড়বে? এখন



কথা—ব্যাপারটা বোট্টেট জটিল নয়, চাষীতাইরা বধন যে ভালকড়াই চাষ করবেন, তার নাম এবং কত পরিমাণ জমি চাষ করবেন, তা বহু বিজ্ঞান মন্ডিরে রাইজোবিয়ামজি বিভাগে (৯৩/১, আচার্ণ প্রফুল্লচন্দ্র রোড, কলিকাতা-৯) জানালে সেই পত্রের জন্মে জীবাণু-সার পাঠানো হয়ে থাকে। বীজ বপনের পূর্বে পূর্বোক্ত পদ্ধতিতে বীজে জীবাণু-সার মাখিয়ে নিয়ে বপন করতে হবে। এই জীবাণু সাহায্যের কোন ক্ষতি করে না। দ্বিতীয় কথা, এই পদ্ধতিতে চাষ করলে বাতাবিক পদ্ধতির চেয়ে উৎপাদন ১½ থেকে ২ গুণ বেড়ে যায়। নিম্ন জাতীয় পত্রের চাষের সময় অক্সিজেন নাটটোজেন-যুক্ত সার প্রয়োগ করলে উৎপাদন অনেক সময় কমে যায়। তাই কোনরূপ অক্সিজেন নাটটোজেন সার প্রয়োগ না করে শুধু মাত্র জীবাণু-সার প্রয়োগ করে ১½—২ গুণ উৎপাদন বাড়ে। আগেই বলেছি যদি নিখিজাতীয় গাছে ভাল অবুদ হয়—প্রতি চাষে একর প্রতি ৪০ থেকে ১২৫ কিলো পর্যন্ত বায়বীয় নাইট্রোজেন মাটিতে বদ্ধন করতে পারে,

তা প্রায় ১৯০ থেকে ৫৯৫ কিলো অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটের সমান।

বীজে এই জীবাণু-সার মাখাতে একর প্রতি ৪—৬ টাকা খরচ পড়ে। এই ৪—৬ টাকার বিনিময়ে পত্রের উৎপাদন বাড়বে ১½ থেকে ২ গুণ। আজ এই পদ্ধতি আমাদের দেশে নতুন হলও আমেরিকা, জার্মানী, ক্যানাডা, রাশিয়া প্রভৃতি দেশে বহু দিন থেকেই এই পদ্ধতি চালু আছে। আমেরিকার সাতটি প্রাইভেট লেবরেটরিতে এই রাইজোবিয়াম জীবাণু তৈরি হয়। পশ্চিম বঙ্গে কেবল বহু বিজ্ঞান মন্ডিরেই রাইজোবিয়াম প্রচুর পরিমাণে উৎপাদনের ব্যবস্থা আছে। এখান থেকে প্রতি বছর উত্তর এদেশ, পাকিস্তান, অফ্রিকা প্রভৃতি রাজ্যে জীবাণু-সারের হাজার হাজার প্যাকেট রেলযোগে পাঠানো হয়ে থাকে। কিন্তু ছুড়ীগোয় বিয়র, পশ্চিম বঙ্গে এই পদ্ধতি চালু নেই বললেই চলে। মনে হয়, আমাদের চাষীতাইরা এই ব্যাপারে অবহিত নন, তাঁরা যাতে এই পদ্ধতি অবলম্বন করে উপকৃত হন—তার জন্মেই এই প্রবন্ধের অবতারণা।



# সমুদ্র-বিজ্ঞান প্রসঙ্গে

## অলকরঞ্জন বসুচৌধুরী

সমুদ্র-বিজ্ঞানের প্রাথমিক কিছু তথ্যাদি নিয়ে পূর্ববর্তী একটি প্রবন্ধে আলোচনা করেছিলাম (জ্ঞান ও বিজ্ঞান, নভেম্বর, 1971)। বর্তমান প্রবন্ধে এই বসন্তাবসায়ের বিজ্ঞানের আরও কয়েকটি দিক নিয়ে আলোচনা করা যেতে পারে। এটা আশার কথা, সমুদ্র-বিজ্ঞান সম্পর্কে ভারতসহ অন্যান্য দেশের সরকার ও বিজ্ঞানীদের সচেতনতা উল্লেখযোগ্য ভাবে বৃদ্ধি পেয়েছে।

### সমুদ্রের তলদেশ

সমুদ্রের তলদেশের প্রকৃতি কেনে তার মানচিত্র রচনা করার প্রয়োজন বিজ্ঞানীরা বহু দিন থেকে অধ্যয়ন করলেও সাক্ষরজ্ঞানের অগ্রদুলতার জন্তে এর আগে বিশেষ কিছুই করা সম্ভব হয় নি। আধুনিক বিজ্ঞানের উন্নততর উপকরণ মহাকাশ প্রযুক্তিবিজ্ঞান যাহূরের সাফল্য ও সমুদ্র সম্পর্কে বর্ধিত জ্ঞান এবং এই সম্পর্কে গবেষণাকে অপেক্ষাকৃত সহজ করেছে। উদাহরণস্বরূপ চ্যালেঞ্জার জাহাজের কথা বলা যায়। বুটেনের রয়েল সোসাইটির উদ্যোগে 1872 সালের ডিসেম্বরে টেম্‌ল নদীর মোহানা থেকে বার্না করেছিল বিজ্ঞানী ও কর্মীদের নিয়ে বিরাট জাহাজ চ্যালেঞ্জার। সাড়ে তিন বছর পরে জাহাজটি ফিরেছিল পৃথিবীকে নানা পথে প্রদক্ষিণ করে। নানা স্থানে সমুদ্রের গভীরতা মাপবার জন্তে ওলন দড়ি ব্যবহার করা হয়েছিল। দড়ি বেঁধে একটা ভারকে সোজা ডুবিয়ে দেওয়া হতো সমুদ্রের জলে এবং দেখা হতো ভারটা সমুদ্রের তলার গিরে পড়বার পর কতটা দড়ি ডুবলো। আজকাল সমুদ্রের

গভীরতা মাপবার জন্তে ব্যবহৃত হয় শব্দ তরঙ্গ। দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের পর থেকেই এই পদ্ধতি চালু হয়েছে। এক-দু' বছরের মধ্যে বিজ্ঞান অনেক নিখুঁত ও সহজসাধ্য পদ্ধতি উদ্ভাবন করেছে। চ্যালেঞ্জার জাহাজটির গভীরতা মাপবার পদ্ধতিটি খুল হলেও এর অভিবান কিছু একটি উপকার করেছিল—তৎকালীন সমুদ্র-সন্ধানীদের একটি গারণার পরিবর্তন ঘটিয়েছিল। তখনকার সুখা ধারণা ছিল, সমুদ্রের তলদেশ পৃথিবীর সব স্থানেই সমগভীর এবং সমতল। চ্যালেঞ্জারের বিজ্ঞানীরা বিভিন্ন সমুদ্রে যে সব তথ্য সংগ্রহ করেছিলেন, তা এই ধারণাকে সত্যিই চ্যালেঞ্জ করলো।

পরবর্তী কালের গবেষণায় সমুদ্রের তলদেশ সম্পর্কে ব'হুয়ের জ্ঞান আরও বেড়েছে। উপস্থল থেকে ক্রমশঃ সমুদ্রের দিকে অগ্রসর হলে সমুদ্রের তলদেশের চেহারায় গারণা যে বৈচিত্র্য সাধারণভাবে লক্ষ্য করা যায়, তা এই রকম—প্রথমে মহাদেশীয় প্রান্ত (Continental margin)। প্রান্ত মহাসাগরের মহাদেশীয় প্রান্ত অপর সমুদ্রতল থেকে একটু পৃথক ধরণের। প্রান্ত মহাসাগরের অপেক্ষাকৃত কম বরষাই এর কারণ বলে ধরা হয়। মহাদেশীয় প্রান্তের পর আসে মহাদেশীয় ঢাল, তারপর মহাদেশীয় বাঁধ। এর পরের অংশের নাম মহাদেশীয় উন্নতি (Continental rise)। এটি কিছুটা উত্তল জায়গা নিয়ে গঠিত, যা নদীবাহিত পলির জুপ হবে গড়ে উঠেছে বলে ধনে করা হয়। (প্রসঙ্গতঃ বলা যায়, গকা এবং ব্রহ্মপুত্রই একত্রে 220 কোটি বৈটিক টনের মত পলি বছরে



বহোপসাগরে নিয়ে আসে)। নদীবাহিত পলির বৈধর ভাপই মহাদেশীয় প্রান্তে, বহীপ অকলে ও মহাদেশীয় প্রান্তে প্রায় ১০ কি.মি. পর্যন্ত গভীরতা নিয়ে জমা হয়। সমুদ্রের বিভিন্ন সামান্যিক বস্তুর সঙ্গে বিশেষ করে নানাবিধ বৈজ্ঞানিক পদার্থ তৈরি করে। মহাদেশীয় উন্নতি পেরিয়ে এই সব পলি সাধারণতঃ গভীর সমুদ্রে যেতে পারে না। মহাদেশীয় উন্নতির পরেই থাকে মহাসাগরের সমুদ্রি বা উপত্যকা অঞ্চল। আটলান্টিক ও ভারত মহাসাগরের তলদেশে সমুদ্রি বেশী দেখা যায়, কিন্তু প্রশান্ত মহাসাগরে পাহাড়ী জায়গা বেশী। গভীর সমুদ্রে অল্প পলির কথা, সামুদ্রিক প্রাণীর দেহজাত বিশেষ এক ধরনের কলস, ম্যাগনিসিয়াম থেকে উদ্ভূত কঠিন ইত্যাদি দেখা যায়। এই সঞ্চিত পলিতে নানা রকম বনিক পদার্থ পাওয়া যায়। ভারতের কাছে উপসাগর থেকে পোট্রোলিয়াম উদ্ধার করা হয়। গভীর সমুদ্রে কোবাল্ট, নিকেল, ম্যাগনিসিয়াম ইত্যাদিও পাওয়া যায়। কিছু বনিক সমুদ্র-শৈলতলেও মেলে—যেমন কেরলে মোনাকাইটজাতীয় বনিক।

পৃথিবীর সর্বত্রই গভীরতম সমুদ্রে ভাপমাত্রা সমান—চার ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড, যে উষ্ণতার জলের দশ সর্বোচ্চ হয়ে থাকে। বিজ্ঞানের সাধারণ নিয়ম অনুযায়ী সমুদ্র নাকি বিশাল জলরাশির উপর ঢিকের জল ছাড়া, গতিশীল এবং উষ্ণ। সমুদ্রের তলদেশের সমতল অংশের উপর স্থল-ভাগের নদীর মত সর্পিলা জলধারা এবং উঁচু ভাঙ্গা ও হ্রদ আছে। যেসব অঞ্চল থেকে বরফ-গলা ঠাণ্ডা জলের ভারী স্রোত এসব নদী-নালা ও হ্রদের উপর দিয়ে গড়িয়ে পৃথিবীর সর্বত্র ছড়িয়ে পড়ছে। সমুদ্র মত গভীর, জল মত ভারী এবং নিষ্কর। গভীরতম সমুদ্রে অনেক স্থানে একেবারে স্রোতহীন বড় স্থলও রয়েছে।

মহাদেশীয় ক্রুরক প্রধানতঃ অ্যান্টিট্রাজীয় উপাধানে আর মহাসাগরীয় ক্রুরক বেসান্ট

জাতীয় উপাধানে তৈরি। স্থলকৃষির পর্যন্ত আর মহাসাগরীয় তলদেশে অবস্থিত পর্যন্তের মধ্যেও প্রকৃতিগত পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। প্রাক-চ্যালেঞ্জার খরিখার মত সমুদ্রই তো গভীর সমুদ্র আর সমতল নয়—পাহাড়-পর্বত প্রচুর। এমন দীর্ঘ শৈলশিরাও সমুদ্রগর্ভে দেখা গেছে, যা প্রায় সমগ্র স্থানে থাকে যেখানে, কখনও বা সমুদ্র কূড়ে উপরে খুব তুলেছে। ঐ রকমই একটা স্থলভাগ পর্বতমালায় অন্ততম চূড়া হচ্ছে হাওয়াই দ্বীপ। স্থলভাগে এত লম্বা পর্বতমালা আর নেই। এখানে বলে রাখা যায়, সুপরিচিত ‘অপলুম্বান মহাদেশ তত্ত্ব’, যাতে বলা হয় একদা অল্পও স্থলকৃষি ভাগ করে বর্তমান মহাদেশগুলির উৎপত্তি হয়েছে এবং ক্রমশঃ তেলে তেলে একে অপরের কাছ থেকে দূরে সরে যাচ্ছে। দূরে সরে যাবার কারণতঃ এই শৈলশিরাগুলির ক্রমবর্ধমান কাটলকেই ধরা হয়। এই কাটলগুলি বাড়ছে বলেই মহাদেশগুলি পরস্পরের কাছ থেকে দূরে সরে যাচ্ছে ও সমুদ্র মলের বিস্তার ঘটছে।

তু শৈলশিরাই নয়—গভীর সমুদ্রে শিঞ্জিল এবং বাড়া পাহাড়ও আছে, যা আরও পর্যন্তকেও হার মানায়। আবার এমন গভীর স্থানও আছে, যেখানে তিমাল পর্যন্তকে ডোবাতে সাত ভাজার কুট জলের উচ্চতা বাকী থাকবে (প্রশান্ত মহাসাগরের মারিয়ানা ট্রেঞ্চ—সাত মাইল গভীর, পৃথিবীর নিম্নতম স্থান)। সমুদ্র-তলের পাহাড়গুলির গা তু যে সময় সময় ছোবলের মত বাড়া, তা-ই নয়, মতলও বটে। বৃষ্টি বা হাওয়ার ফলে তুপুকের পাহাড়গুলির গা করে বাড়ায়, বা বরফ জমা ইত্যাদি কারণে সেগুলি অসমতল না হয়ে পারে না। কিন্তু সমুদ্রের তলদেশের গভীরে জলের চলাচল প্রায় না থাকায় এই ঘর্ষণজনিত ক্রয় হয় না। তার উপর সমুদ্রতলে বেশব মত আগেরগিরি আছে, তার আগামুখগুলি এক অদ্ভুত তলপাথরের কাছ



করে। এইসব অধঃবিচ্ছিন্ন বেসিনে প্রোতাইন, আলোড়নহীন জল যুগযুগ ধরে জমে থাকে, যেন কাল স্তম্ভ হয়ে আছে। এই সব আদিম কৃষ্ণ-স্তম্ভে। অনেক সময় দেখা যায়, সেখানে বহু প্রাগৈতিহাসিক সামুদ্রিক প্রাণী বেঁচে আছে, যা সমুদ্রের অস্ত্রান্ত্র অংশে প্রাকৃতিক নিয়মে বহু দিন আগেই বিলুপ্ত হয়ে গেছে।

### সামুদ্রিক প্রাণী

সমুদ্রগর্ভ যে তপু বৈশী ভাগ খনিজ পদার্থের আকর তাই নয়, পৃথিবীতে বহু রকম প্রাণী আছে তার বৈশী ভাগই সমুদ্রে পাওয়া যায়। মাছ, উদ্ভিদ ও অস্ত্রান্ত্র বিচিত্র জীব মিলিয়ে প্রায় হাজার পনেরো প্রাণী আছে সমুদ্রে। এদের অধিকাংশই আবার আণুবীক্ষণিক প্রাণী। এদের সাধারণ নাম প্রাকটন (Plankton)। সাধারণতঃ গভীর সমুদ্রে এরা থাকে না, সমুদ্র-জলের পৃষ্ঠদেশ থেকে এক-দু' ফুটের মধ্যেই এদের পাওয়া যায়।

প্রাণী-বিজ্ঞানীদের বিশ্বাস, পৃথিবীর আদি প্রাণ সমুদ্রেই সৃষ্টি হয়েছিল। প্রাণের বিবর্তনের ধারার পরিচয় পাবার জন্তে আদিম যুগের প্রাণীর নমুনা পাওয়া বরকার। সমুদ্রের এককোষী সরল গঠনের প্রাণী ও পূর্বোক্ত প্রাকৃতিক কূপে আবদ্ধ প্রাগৈতিহাসিক প্রাণীরা সমুদ্রকে প্রাণী-বিজ্ঞানীদের কাছেও মনোযোগের লক্ষ্য করে তুলেছে।

এক জাতীয় ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র প্রাকটনের নাম হচ্ছে ডায়টম (Diatom), এরা বৃহত্তর প্রাকটনের বাত। আদম্ভা আনি, ক্ষুদ্র ও নিরপেক্ষ প্রাণীরা বৃহত্তর ও উন্নত প্রাণীদের বাত হয়, নচেৎ বাত কোসার। ছোট প্রাকটনেরা বড় প্রাকটনের বাত, তারা আবার আরো বড় বাতের বাত, বাহ আবার বাহ্য ও অস্ত্রান্ত্র প্রাণীর বাত। এইভাবে এই ডায়টমগুলি প্রচুর পরিমাণে ধ্বংস হয়ে পৃথিবীর

তাবৎ প্রাণের ভিত্তি রচনা করেছে। সমুদ্রে এই ডায়টমের জন্ম দেবার ও নির্দিষ্ট সংখ্যার বাঁচিয়ে রাখবার জন্তে প্রকৃতির যে নির্বুৎ রাসায়নিক ব্যবস্থা, তা আজ চরম বিপদের সম্মুখীন করেছে সমুদ্রজল দূষিতকরণের কলে। বায়ু-মণ্ডলে ও সমুদ্রগর্ভে পারমাণবিক বিস্ফোরণের কলে ভেজক্লির উদ্ঘাণি সমুদ্রজলকে বিবাক্ত করেছে। পরমাণু বিদ্যায় কেন্দ্রের অপদ্রব্য আজকাল গভীর সমুদ্রেই কেলা হচ্ছে, তা ছাড়া আছে কীটনাশক ওষুধ ইত্যাদি আর কলকারখানার আবর্জনা ও মহাকাগতিক রশ্মির বিকিরণ হ্রদ-তাগের মাটিতে গড়ে ওঠা আইসোটোপ, যেগুলি বৃষ্টিপাত হয়ে সমুদ্রে গিয়ে পড়ে। এসব দূষিত পদার্থের সমুদ্রে জমে থাকার তা যেমন সমুদ্র থেকে লবণ ইত্যাদি আহরণকে বিপজ্জনক করে তুলেছে, তেমনি সমুদ্রের প্রাণীসমূহকেও ধ্বংসের পথে ঠেলে দিচ্ছে, যা হ্রদভাগের প্রাণীদেরও ধ্বংসের কারণ হবে। একত্রেই খাতনামা বার্কিন সমুদ্রচরী ও সমুদ্র-বিজ্ঞানী ডক্টর ডন ওয়াল্শ্ গত বছর ভারতে বলেছিলেন—সমুদ্র দূষিতকরণ বন্ধের জন্তে আন্তর্জাতিক আইন প্রণয়ন দরকার।

### সমুদ্রে অভিযান

সমুদ্রের গভীরে মাহুকের অভিযানের কিছু খবর আমরা পূর্ববর্তী প্রবন্ধে আলোচনা করেছিলাম। সেখানে বার্কিন এন্টোর ওয়াল্শ্ ও পিকার্ডের অভিযানের উল্লেখ ছিল। বার্কিন মহাকাশচরী কার্পেটারের সমুদ্রতলে বাসের অভিজ্ঞতাও আলোচিত হয়েছিল। বস্তুতঃ বার্কিন নৌবাহিনীর কমান্ডার ডন ওয়াল্শ্ ও সুইস বিজ্ঞানী ডক্টর জ্যাকিউয়েস পিকার্ড সমুদ্রগর্ভের যে স্থানে নেমেছিলেন, সেটি পৃথিবীর গভীরতম স্থান বলে ব্যক্ত অর্থাৎ প্রশান্ত মহাসাগরের মারি-য়ানা ট্রেক। 1961 সালের 23-এ কাহুগারী এঁরা



হু-জন মার্কিন ডুবোযান (ব্যাথিস্কোপ) 'ট্রাইয়েন্ট'-এর ভিতরে বসে ডুব দেন চাঁওরাই দীপপুঞ্জের কিছু দূরের একটা আরণ্য। সমুদ্র-সন্ধানী জাহাজ চ্যালেঞ্জারের নাম অনুযায়ী আরণ্যটির নাম 'চ্যালেঞ্জার ডিপ'। ডুবোযানটি আকৃতিতে না হলেও প্রকৃতিতে ছিল একটা গ্যাস বেসুনের মত। ভিতরে কৃত্রিমভাবে বায়োগ্যাসী ও চাপ প্রতিরোধক পরিবেশ তৈরি করা হয়েছিল। নিঃশ্বাসের জন্য ছিল প্রয়োজনীয় অক্সিজেন ও নির্গত কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষক পদার্থ। তড়িচ্চুম্বকীয় ব্যবহার বুলেটের মত টুকরা টুকরা খোট যোল টন ওজনের লোহা ডুবোযানের গায়ে লাগিয়ে তাকী করে রাখা হয়েছিল। এই ভাবে যানটি জল ভেদ করে নীচে নামতে থাকে। অবশেষে উত্তরভাবে নামে নি, সমুদ্রতলের বিভিন্ন স্তরে বিভিন্নমুখী স্রোতের ক্রিয়ার নিম্নজল-বিন্দু থেকে যানটি মাইল দুই দূরে তল স্পর্শ করে। সাত মাইল নামতে লেগেছিল নয় ঘণ্টা। তলার আশে ঘটা অবস্থানের পর তড়িচ্চুম্বক অকেজো করে লোহার টুকরাগুলি ব্যরিয়ে দেওয়া হয়। তালকা হয়ে সাধারণ গ্যাস বেসুনের মতই ট্রাইয়েন্ট উপরে উঠে এসেছিল তিন ঘণ্টায়। এটি ছিল নিকেল অ্যালুমিনিয়াম ই-স্রোতের প্রারম্ভে সাত ইকি পুরু চাপের তৈরি—সহ্য করেছিল হালক টনের মত চাপ।

যাত্রার অতিশ্রুতি বর্ণনা করে কমান্ডার ওয়ালশ্, বলেন, প্রথম দিকে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিতেই তাঁরা সমুদ্রের গভীরতা মাপছিলেন, তারপর সমুদ্রতলের কাছাকাছি এসে গ্রেনেড ছুড়ে মাপছিলেন। সমুদ্রতলে নিকিষ্ট গ্রেনেড সেখানে কেটে যে শব্দ সৃষ্টি করে তা কতকণে কিয়ে আসে, তা যেখানেই গভীরতা নির্ণয় করা হচ্ছিল। বস্তু নীচে নামছিলেন, ওয়ালশ্ বলেন, অস্বাভাবিক ভাবচ্ছবি। তিন-শ' ফুটের গভীরতায় বেতাই আলো ছুরিয়ে

গেল, তারপর একেবারে নিরুদ্ধ অস্বাভাবিক। খুব বড় আকারের কোন সামুদ্রিক প্রাণীর সাক্ষ্য তাঁরা পান নি, বড় জোর তিন-চার ফুট লম্বা প্রাণী তাঁরা দেখেছিলেন। চিংড়ি দেখা গেছে কয়েক মাইল গভীরতা পর্যন্ত, আর সামুদ্রিক উদ্ভিদও তাঁরা দেখেছেন কিছু কিছু। কোন প্রাণীই ডুবোযানের কাছে আসে নি। সমুদ্রতলে ডুবকের উপর শাসকের মত হাঁটতে দেখেছেন একজাতীয় চ্যাপ্টা আকৃতির প্রাণীকে। অবশ্য তাঁরা বাইরে নজর দেবার সময় বেশী পান নি।

সমুদ্রের তলার এরপর আরও অভিযান চালানো হয়েছে। এর মধ্যে 1969 সালের মার্কিন অভিযানটি উল্লেখযোগ্য। চারজন মার্কিন তরুণ ভাঙ্কিনিয়া দীপের কাছাকাছি সমুদ্রগর্ভে একাদিক্রমে সাত দিন কাটিয়েছিলেন। এটিই মাত্রের সমুদ্রগর্ভবাসের এতদূর পর্যন্ত কালের দীর্ঘকাল যেকোনো। গত বছরের জানুয়ারি চুই সমুদ্র-বিজ্ঞানী আলেকসি মননভ ও আইগর সুদারকিন সমুদ্রের 15 মিটার নীচে এক গবেষণাগারে কাটিয়েছেন। প্রথম বড়ো তাঁদের উপরের সঙ্গে যোগাযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে যাওয়ার তাঁরা বাহ্যিক সিনের বেনো তলার থাকতে পারেন নি। মেঘেরাও সমুদ্র-অভিযানে পিচ্ছিয়ে নেই। সম্প্রতি চারজন মার্কিন মহিলা 'টেকস্টাইট-২' নামক এক সাগর অভিযানে অংশগ্রহণ করে সমুদ্রে 50 ফুট গভীরে সিলিভারের মধ্যে দু-সপ্তাহ অতিবাহিত করেন ও প্রয়োজনীয় গবেষণার কাজ সম্পন্ন করেন। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র সমুদ্রের বিভিন্ন স্তরে বাহ্যিক গবেষণাগার পাঠিয়ে সামুদ্রিক গবেষণার প্রাথমিক কর্মসূচী তৈরি করেছে। এই সূচীতে সাত মাস ধরে সত্যেবোটি পর্যায়ের পরীক্ষার অংশগ্রহণ করবেন ঘোটি বাহ্যিক বিজ্ঞানী।

সমুদ্রতল সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহের যে সব পদ্ধতি আছে, তাকে ঘোড়ামুটি তিনটি ভাগ করা যায়। প্রথমটি হচ্ছে মহাকাশীয় কৃত্রিম উপগ্রহ



ও অবলোচিত রশ্মির কটোগ্রাফি। এটি সম্পর্কে পূর্ববর্তী প্রবন্ধে আমরা আলোচনা করেছি। দ্বিতীয়টি হচ্ছে বায়বিক গবেষণাগার সমুদ্রতলে প্রেরণ। এই জাতীয় সমুদ্রযানের আলোচনা আমরা এখানে করলাম, ঐতিহাসিক জাইয়েন্ট ডুবোযান বার নিদর্শন। বর্তমানে যার্কিন যুক্তরাষ্ট্র সমুদ্রতলে দু-জন অতিবাজীর অনাহারে বাট দিন বাসোপযোগী একটি আধুনিক যন্ত্রপাতির মডেল প্রস্তুত করেছে। এছাড়াও সমুদ্রের নীচে গবেষণার ক্ষেত্রে আমেরিকার রয়েছে চারটি অত্যাধুনিক কাহাজ, যার একটি কুড়ি হাজার ফুট গভীর নীচে গিয়েও কাজ করতে পারে। সমুদ্র সন্ধানের তৃতীয় পদ্ধতি হচ্ছে, সমুদ্রতলে ডুবুরি নামানো। বর্তমানে সমুদ্র-বিজ্ঞানকে ডুবুরির উপর যথেষ্ট নির্ভর করতে হয়। ডুবুরির কাজে জীবন বিপন্ন হবার সম্ভাবনা থাকলেও আমাদের ক্রমপ্রসারমান জ্ঞানের পরিধি বিপদের গভীরকে ক্রমশঃ ছোট করে আনছে। বর্তমান ডুবুরির ক্ষেত্রে নানা বিজ্ঞানসম্মত সাক্ষ-সংজ্ঞা, কৃত্রিম ফুসফুস ইত্যাদি উদ্ভাবিত হয়েছে। অথচ আজ থেকে ঠিক এক-শ' বছর আগে চ্যালেঞ্জার কাহাজটি অতিবান শুরু করে চার বছর বাদে যখন ফিরেছিল, তখন তার বাজীরা ডুবুরী না হওয়া সত্ত্বেও, দু-শ' চল্লিশ জনের মধ্যে সাতজন প্রাণত্যাগ করেন, এগারো জন বিকলাঙ্গ, আর পনেরো জন গুরুতর পীড়িত হয়েছিলেন। আজ এসব আপদ-বিপদ অনেকাংশে দূরীভূত এবং পূর্ব-বর্তীদের বিপদ বরণের অতিক্রমের আলোকে আজ অনেক বিজ্ঞানী ও বিশেষজ্ঞ তাল ডুবুরি হবার সাধনার প্রতী হয়েছেন তাঁদের নিজস্ব গবেষণার বাস্তবতায়। অতিক্রম ডুবুরির বিশেষজ্ঞ হবার চেয়ে অতিক্রম বিজ্ঞানীর ডুবুরি হওয়াই বোধ হয় ভাল।

### সমুদ্র-বিজ্ঞান ও প্রকৃত্ত

প্রকৃত্তের সঙ্গেও সমুদ্র-বিজ্ঞানের যোগ আছে। সমুদ্রে নিমজ্জিত জাহাজ প্রকৃত্তির

অংশাবশেষ উদ্ধারের ক্ষেত্রে, জলোচ্ছ্বাস বা ভূমি-কম্পে প্রাবৃত্ত বন্ধর বা দীপে অল্পসন্ধান চালানোর ক্ষেত্রে প্রকৃত্তাধিক ও ঐতিহাসিকদের সমুদ্রতত্ত্ববিদ ডুবুরির উপর নির্ভর করতে হয়। সমুদ্রে প্রকৃত্তাধিক বৈজ্ঞানিক অল্পসন্ধানের ক্ষেত্রে সমুদ্রের তল-দেশ থেকে নতুন আহরণ ও উদ্ভোলনের উদ্দেশ্যে উন্নত বিত্ত যন্ত্রপাতি পরস্পরকে সাহায্য করতে পারে। নানা ঐতিহাসিক তথ্য বাচাই করার কাজেও সমুদ্র সমুদ্রে অতিক্রম ডুবুরির প্রয়োজন হতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, কিংবদন্তীর নিমজ্জিত মহাদেশ 'আটলান্টিস', যার কথা প্রেটো নিবে গেছেন, তার সত্যতা সম্পর্কে আজকের বিশেষজ্ঞরা সন্ধিহান, কারণ সমুদ্র সমুদ্রে অল্পসন্ধানের এর কোন হদিশ মেলে নি। এছাড়া মাইন ও নাপকতাসূলক ত্রবাদি অপসারণ করে বন্ধর বিশুদ্ধ করতেও সমুদ্র-বিজ্ঞানীর সহযোগিতার দরকার হতে পারে।

### আরও কিছু সম্ভাবনা

এর উঠতে পারে, সমুদ্রের তলদেশে অল্পসন্ধানের আশ্রয় প্রয়োজন কি? আশ্রয় প্রয়োজন বাস্তব ও আলানী নিশ্চয়ই। এ ছাড়াও পৃথিবীর ক্রমবর্ধমান জনসংখ্যার কারণে বাসস্থান ও বাস্তবের ক্ষেত্রে ভবিষ্যতে সমুদ্রকে বাসকভাবে ব্যবহার করার সম্ভাবনা রয়েছে। সমুদ্রের তলদেশে ভবিষ্যৎ মানবের উপনিবেশ স্থাপনের পরিকল্পনা ভট্টর ওয়ালেপের মতে অসম্ভব নয়। আর তাঁদের উপনিবেশ গড়বার চেয়ে সেটি হয়তো সহজতরই হবে। বাস্তব একবার তাঁদের যদি যখন পেয়েছে, নোনা জলে কি আর তৃপ্তি হবে তার! ভট্টর ওয়ালেপ বলেছেন সমুদ্র-বিজ্ঞানের ভবিষ্যৎ মহাকাশ-বিজ্ঞানের মতই উজ্জ্বল এবং সমুদ্র-বিজ্ঞানীদের এই ব্যাপারে অগ্রণী হতে হবে। ভারতীয় সমুদ্র বিজ্ঞানীদের মিটা ও দক্ষতার প্রদর্শনও ভট্টর ওয়ালেপ করেছেন।

সমুদ্রতলদেশ থেকে বসন্ত আহরণের নানাবিধ



পরিকল্পনা রচিত হয়েছে এবং হচ্ছে। এরকম একটি পরিকল্পনা হচ্ছে—উপর থেকে সমুদ্রের গভীরে লম্বাকৃতি বাহুর বাকের চতুর্দিকে অতিকল্পনশীল লক্ষ-তরঙ্গ পাঠানো হবে। ঐ শব্দের অল্পক বেড়াগুলি পেরিয়ে যেতে বা পেরে বাহুগুলি ঐখানেই থাকবে, ভিন্ন পাড়াবে ও সত্যান সত্যি করবে। কেউ কেউ বলছেন, সমুদ্রের ভিতর যথাগত জলধারা বেখানে লম্বাকৃতি সাগরজলের ধারার সঙ্গে মিলে, সেই সীমারেখার কাছেই নাকি বাহু ভীড় করে বেশী। এসব বিষয়ে

অল্পসময়ের দায়িত্ব সমুদ্র-বিজ্ঞানীর। সমুদ্রের তলদেশ থেকে সাঁর উদ্ধারেরও সম্ভাবনা রয়েছে। বিভিন্ন সাংখ্যিক প্রাণী ও উদ্ভিদের দেহবস্তু সেখানে সাঁর হয়ে জমে আছে। সমুদ্রজলে পারমাণবিক চুল্লী বসিয়ে জল গরম করে উষ্ণ জলের সঙ্গে সেই সাঁরকে উপরে উঠিয়ে আনবার পরিকল্পনার ক্ষতির দিকও অবগত রয়েছে। তাছাড়া এসব সম্ভাবনা কতটা সফল হবে বা নুতন কোন সম্ভাবনা সৃষ্টি হবে কিনা, তা নির্ভর করছে সমুদ্র-বিজ্ঞানের অগ্রগতির উপর।

## সাপের ইন্দ্রিয়গত বৈশিষ্ট্য

### শ্রীঅবনীন্দ্রনাথ ঘোষ

জনসাধারণের কাছে সাপ এক রহস্যময় প্রাণী। অসংখ্য এই রহস্যময়তার মূলে অনেকাংশে রয়েছে কল্পনা, তবে বাস্তবতাও যে নেই, তা নয়। সাপের ইন্দ্রিয়বৃত্তিতে বেশ বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায়।

প্রথমে এদের চোখের কথাই বলি। আমাদের চোখে যেমন পাতা আছে, সাপের চোখে তা নেই। সাপের চোখ নিম্পলক—সব সম্বন্ধে খোলা থাকে—এমন কি, দুঃখের সময়ও। চোখ খোলা থাকায় কারও নড়াচড়ায় সাপের খুব ভেঙে পলে সঙ্গে সঙ্গে তার উপস্থিতি তার চোখে বরা পড়ে। এটা সাপের একটা সুবিধা বলতে হবে। সাপের নৃষ্টি কোন গতিশীল বস্তুর প্রতি সহজেই আকৃষ্ট হয়। সাপ পানীর বাসা খোঁজে। অতিপ্রায়—ভিন্ন ও বাচ্চা গলাধঃকরণ। কোন কোন পানী আছে, বারী তাদের সুস্বাদিত বাসার দিকে অগ্রসরমান সাপ সেখানে দূরে অস্ত্র দিকে দিয়ে হটকট করতে থাকে—যেন তার ডানা ভেঙে গেছে, উড়তে পারছে না, আর বহুবার কাঁদছে। উদ্বেগ, বাসা থেকে সাপের নৃষ্টি তার

দিকে আকর্ষণ করা—তার বাচ্চাদের বাচ্চানো। পানীটার নড়াচড়ায় আকৃষ্ট হয়ে সাপের নৃষ্টি সহজেই সেদিকে পড়ে। সাপ তার দিকেই এগোয়, কাঁচাকাঁচি বপন যায়, তখন পানীটা ফুটুৎ করে উড়ে যায়। সাপের গতির দিক পরিবর্তিত হলে কখনও কখনও পানীটার বিপদও ঘটে। সময়মত উড়ে পালাতে না পারায় সাপ বপ করে পানীটাকে ধরে কেলে। সাধারণ লোকে এই ধরনের ঘটনা দেখে মনে করে, সাপ নৃষ্টি পানীটাকে আকর্ষণীয় শক্তি দিয়ে অতিকৃত করে তাকে আরত করে। সাপের চোখের একপাশে কোন আকর্ষণীয় শক্তি নেই। সাপের নিম্পলক চাউনি তার চোখের আকর্ষণীয় শক্তির জন্য সম্ভারকে আরও পুঁট করেছে। গতিশীল কোন বস্তুর প্রতি নৃষ্টিশক্তির আকর্ষণ চক্রবর্ত সাপের (Cobra) ক্ষেত্রে বিশেষভাবে লক্ষণীয়। কোন চক্রবর্ত সাপের সম্মুখে কেউ একটা হাত নাড়তে নাড়তে যদি অপর হাত দিয়ে তার দেহ স্পর্শ করে, তাহলে কদাচিৎ সে ঐ হাতে হোঁচল দায়বে—



পতিঙ্গল হাতের দিকেই তার নজর নিবদ্ধ থাকবে। ময়ূরদের সাহায্যে সন্দেহিত করে নয়—চক্রবর্তীর এই বৈশিষ্ট্যের সুযোগ নিয়ে সাপুড়েরা সাপ ধরে। কোন উত্তম-কণা চক্রবর্তীর সাধনে সাপুড়ে কোন সরা অথবা ঐ রকমের কোন জিনিষ বা-হাতে ধরে নাড়তে থাকে, আর সুযোগমত ডান হাত দিয়ে ক্রিগতিতে তার ঘাড় চেপে ধরে। কোন জিনিষ বা-হাতে রেখে নাড়াবার কারণ এই যে, অসাধারণতাবলম্ব সাপ চৌবল দিলেও মরণের সম্ভাবনা থাকে না, ছোবলের আঘাত ঐ জিনিষের উপর পড়বে। কিছু দূরে একটা ইঁদুর সম্পূর্ণ নিশ্চল হয়ে বলে আছে, আর দুয়ে গাছের উপর একটা পাখা নড়ে উঠলো। ইঁদুর আর পাখী—দুই-ই সাপের বাস। কিন্তু একেত্রে সাপ যদি কাছের বাস ছেড়ে দিয়ে পাখীর দিকে ছোট্টে, তাতে বিশ্বের কিছু নেই। কিছু দূরে ইঁদুরের নিশ্চল অবস্থার চেয়ে অনেক দূরের পাখীর নড়াচড়ার সাপের দৃষ্টি আকৃষ্ট হওয়া স্বাভাবিক। বন্দী একটি ময়াল সাপকে (Python) সতর্কিত একটা বড় ঘেরে ইঁদুর খেতে দেওয়া হয়েছিল। সর্পরক্ষক ইঁদুরটাকে খাচার মধ্যে কেনে দিল, কিন্তু সাপটার কোন প্রতিক্রিয়া দেখানো না। সে যেমন ভয়েছিল, তেমনই পড়ে রইলো। কিন্তু সেই সর্প-রক্ষক একটা লোহার পিক দিয়ে ইঁদুরটাকে একটু নাড়িয়ে দিয়েছে, অমনি ময়ালটা বিদ্রোহ-গতিতে ছুটে গিয়ে তাকে সর্বোরে কাষড়ে ধরলো।

কোন পথচারীর পিছু পিছু কোন কোন সাপকে বেশ বানিকটা পথ চলতে দেখা যায়। এটা তার আকর্ষণশ্রবণ মনোভাব নয়। সম্মুখের পতিঙ্গল বস্তুটিকে, তারই 'তদারকি'। গ্রাম্যকলে এক ছদ্ম-বিক্রেতা ছুধের কেঁড়ে নিয়ে বাচ্ছিল। পাশের ঝোপ থেকে এক ঢেমনা সাপ (Rat snake) বেরিয়ে তার পিছু নেয়—বেশ বানিকটা

যায়। ঢেমনা সাপের এই তদারকি মনোভাব বেশ প্রকট বলে মনে হয়। গ্রামবাসীরা অবশ্য এ ঘটনার ব্যাখ্যা করেছিল, ঢেমনা ছুধের লোভে ছদ্ম-বিক্রেতার পিছু নিয়েছিল।

সাপের অন্তঃকর্ণ আছে, কিন্তু বাইরের কর্ণ বা মধ্যকর্ণ নেই। বাইরের কর্ণ ও মধ্যকর্ণ না থাকায় সাপ বাতাসে ভেসে-আসা কোন শব্দ শুনতে পারে না। বস্তুত সাপ যে জগতে বাস করে, সেখানে বায়ু-বাহিত শব্দ কণাচিৎ শোনা যায়; সেখানে প্রায় সব সময়েই নিখর নিশ্চলতা বিরাজমান। অপর পক্ষে বাতাসে ভেসে-আসা শব্দ শুনতে না পেলেও মাটির সামান্য কম্পনও সাপ 'শুনতে' পারে অর্থাৎ দেহের অঙ্গুষ্ঠের সাহায্যে বুঝতে পারে। মাটি কেন, যে কোন নিরেট আধারের উপর সাপ থাকে, তারই সামান্য কম্পন সে অঙ্গুষ্ঠে করতে পারে। এই ক্ষমতা থাকায় আপনাশে কোন শব্দ এলে সাপ তার উপস্থিতি সহজেই বুঝতে পারে এবং তাকে দেখতে না পেলেও সতর্ক হয়। কোন শিকার এলেও বুঝতে পারে এবং অতর্কিতে তাকে ধরবার চেষ্টা করে। কোথাও সাপ বেরিয়েছিল, কিন্তু এখন দেখা বাচ্ছে না, তবে সেখানেই কোথাও লুকিয়ে আছে। এই অবস্থায় সাপুড়ে ঐ সাপ খুঁজে বের করে তাকে ধরবার জন্তে কি কৌশল অবলম্বন করে? কোন রহস্যময় শক্তির সাহায্যে নয়। সাপুড়ের হাতে থাকে ছোট একটা লাঠি। সে ঐ লাঠি দিয়ে আপনাপনের চৌকাঠ বা অঙ্গুষ্ঠ সব স্থানে আঘাত করতে থাকে। লাঠির আঘাতে যে যুগ্ম কু-কম্পন হয়, গর্তের তিতরে থেকে অনেক সময় সাপ তা দেহের সাহায্যে অঙ্গুষ্ঠে করে এবং ভীতি প্রদর্শনের উদ্দেশ্যে কৌশল শব্দ করতে থাকে। ঐ শব্দ সাপুড়ে বুঝতে পারে সাপ কোথায় আছে। দেহের অঙ্গুষ্ঠের সাহায্যে যুগ্ম কু-কম্পনও অঙ্গুষ্ঠে ধরবার সাপের এই যে ক্ষমতা—তা আজ থেকে প্রায় চার হাজার বছর



আগে কয়েকের ভবিষ্যৎ লক্ষ্য করেছিলেন :  
'লুকায়িত সর্প পথ-পথের দ্বারা বেন আমাকে  
না জানতে পারে।' (7. 50 1)

শাপের লক্ষণকে জিত তার জীবনে খুবই গুরুত্ব-  
পূর্ণ। কিন্তু বললে তার দ্বারা গ্রহণের শক্তির কথাটি  
এখানে আমাদের মনে ওঠে। জিতের যে নিছক  
দ্বারা-গ্রহণ শক্তি, তা শাপের জিতে নেই। এর  
গুরুত্বপূর্ণ কান অস্ত্রভাবে প্রকাশ পায়। শাপের  
মুখের তালুর সামনের দিকে দুটি ছোট গর্ত আছে।  
এই গর্ত দুটি তীক্ষ্ণ সংবেদনশীল কোষে পূর্ণ। এই  
গর্ত দুটিকে বলে জ্যাকবসন-অঙ্গ (Jacobson's  
organ)। শাপ তার লম্বা চোরা জিতের ডগা  
দিয়ে মাটি বাতাস, জল থেকে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণা  
ভুলে নিয়ে গর্ত দুটির মধ্যে ঢুকিয়ে দেয়। এই  
ভাবে সে তার আশপাশের জগৎ সংঘর্ষে সঠিক  
অনুভূতি ও গন্ধ লাভ করে। শাপের আসল  
নাক গন্ধ গ্রহণে সাহায্য করলেও জ্যাকবসন-  
অঙ্গ থাকতেই শাপের আশক্তি চলেছে খুব  
তীব্র। ঠিকমত কামড়ে ধরতে না পারায় লিকার  
হয় ভো শাপের খুব থেকে পালিয়েছে। লিকার  
বে পথ ধরে পালিয়েছে, কোন কোন শাপ ঐ  
লিকারের গায়ের গন্ধ ভাঁকে সে পথে গিয়ে  
ঠিক ভাঁকে ধরে কেনে। জলচারী শাপের প্রধান  
খাদ্য মাছ। কোন কোন জলচারী শাপের গায়ে  
আল্টে গন্ধ লেগে দেওয়ার ঐ গন্ধে আকৃষ্ট  
হয়ে মাছ ভেবে ঐ শাপ নিজের গায়েই  
বসি দংশন করে, তাতে অস্বাভাবিক কিছু  
নেই। শাপের আশক্তি খুব জোরালো। তা  
বলে কার্বনিক অ্যাসিড ছিটিয়ে দিলে—এমন কি,  
ঘরের মধ্যে রাখলেও তার গন্ধে শাপ পালিতে  
পথ পাবে না, এই ধারণা ঠিক নয়। ইশার মূলের  
গন্ধে কণা-উড়ত শাপ বসীভূত হয়, এই কথাও  
ঠিক নয়। পতীকা করে দেবেকি।

শম্বুড়ের (King cobra) বাসস্থান দক্ষিণ  
এশিয়া ও দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়া। এর প্রধান খাদ্য

অন্ত প্রভাতির (Species) শাপ। যার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে  
একটি বন্দী শম্বুড়ের খাঁচার সে দেশের একটি কৃষ্ণ  
শাপ (Black snake) ছেড়ে দেওয়া হয়।  
আমেরিকার কৃষ্ণ শাপের পক্ষে বর্তাবর্তাই  
আগে কোন শম্বুড় শাপ দেখবার সুযোগ হয় নি।  
কিন্তু আশ্চর্য, প্রায় দু-মিটার ব্যবধানে থেকে  
শম্বুড়ের খুব অল্প দিকে কেরানো থাকা  
সত্ত্বেও কৃষ্ণ শাপের দেহ টানটান হয়ে উঠলো—  
তার দেহ রইলো নিশ্চল। যাত্র তার লক্ষণকে  
জিতটা ধীরে ধীরে আন্দোলিত করে শাপটা  
এমন ভাব দেখাতে লাগলো, বেন সে কোন অস্ত্র  
ঘটনার ইঙ্গিত পেরেছে। অথচ এই কৃষ্ণ  
শাপটিকেই বধন বিশালকার ঘরাল শাপের খাঁচার  
রেখে দেওয়া হলো, তখন শাপটি অতি সহজভাবেই  
চলাফেরা করতে লাগলো। অতি অবহেলার সে  
ঘরালের দেহের উপর দিয়েও নড়াচড়া করতে  
লাগলো।

কৃষ্ণ শাপটি তার জ্যাকবসন-অঙ্গের সাহায্যে  
শম্বুড়ের সর্পখাদক বর্তাব মুহুর্তে পেরেছিল  
কি ? এই প্রশ্নে একটি কৌতূহলোদ্দীপক পরীকার  
কথা মনে পড়ে। আমেরিকার সুমসুমি শাপ  
(Rattlesnake) তথাকার রাজশাপকে (King  
snake) ভয় করে। কিন্তু শত্রুকে চেনে  
সে চোখ দিয়ে দেখে নয়—জ্যাকবসন-অঙ্গের  
সাহায্য চেনে। সুমসুমি শাপ রাজশাপের  
দেহের গন্ধ ভাঁকে তার উপস্থিতি বুঝতে পারে।  
চোববন্ধ-করা সুমসুমি শাপের সামনে রাজ-  
শাপকে ছেড়ে দেওয়া হয়েছে। চোখে দেখতে  
না গেলেও সুমসুমি শাপের তীব্র প্রতিক্রিয়া  
ঘটেছে। অপর পক্ষে চোব বোলা আছে, কিন্তু  
জিত কেটে নেওয়া হয়েছে—রাজশাপের উপ-  
স্থিতিতে সুমসুমি শাপের কোন প্রতিক্রিয়া ঘটে  
নি। চোখে দেখলেও রাজশাপকে সুমসুমি শাপ  
বেন চিনতেই পারে না।

শাপ আশিষাণী প্রাণী। আশিষ হাড়া সে



আমি কিছু খাব না। কিন্তু আশাবের এক চা-বাগানের শ্রমিকেরা একটি ময়ালকে আমি খেতে দেখেছিল। ঠিক সন্ধ্যার আগে এক আমগাছের তলার ময়ালটি শুয়েছিল। সেই গাছ থেকে পড়া একটি আম ময়ালটি গিলেছিল। সাপটিকে হত্যা করার পর তার গলনালীতে চারটি আঁত আম পাওয়া গিয়েছিল। এই থেকে বোঝা যায়, সাপটি পরপর চারটি আম গিলেছিল। এখন প্রশ্ন, ময়াল আম খেতে গেল কেন? আমগুলি ভাল করে পরীক্ষা করে দেখা গেল, তাদের ঘোঁসার কোন কোন কীটের শুক লেগে আছে। জ্যাকবসন-অফ ঐ শূকর গাছে গ্রহণে সাহায্য করে সাপকে আম গিলতে প্ররোচিত করেছিল। অবশ্য এও অসম্ভব নয়, গাছ থেকে আমগুলি পড়েছিল একটার পর একটা, আর কুখার্ত সাপ সেগুলির গতিশীলতার আকৃষ্ট হয়ে সঙ্গে সঙ্গে টপাটপ গিলেছিল নিকার অর্থাৎ কোন জন্তু ভেবে। তবে আগের ব্যাখ্যাটিই অধিকতর সমীচীন বলে মনে হয়।

মুখতলের গর্ত (Facial pit) সাপের একটি বিশেষ ইঞ্জির। সব সাপের তা থাকে না। কোন কোন সাপের থাকে। তাদের সুবিধা এই যে, দেখতে না পেলেও কাছের কোন তাপমোচী শিকারকে ধ্বংস করতে এদের কোন অসুবিধাই হয় না। তাপমোচী প্রাণীর দেহের তাপ সাপের দেহের তাপের চেয়ে সামান্য বেশী হলেই সাপের

মুখতল গর্তে তা ধরা পড়ে। মুখতল গর্ত যেসব সাপের আছে, তারা ভূমির উপর দিয়ে বোপকাড়ের তিতর দিয়ে বহর গতিতে চলবার সময় বুঝতে চেষ্টা করে, কোথাও পারিপার্শ্বিক আবহাওয়ার তুলনায় বেশী গরম বা বেশী ঠাণ্ডা কোন কিছু আছে কিনা। কোন পাখী বা ব্যাং বা অন্ত কোন প্রাণী থাকলে বা দেখেও সঙ্গে সঙ্গে সে বুঝতে পারে তাদের উপস্থিতি। ঐ প্রাণী তার আক্রমণের পালার মধ্যে আছে কিনা, তাও সে অনুমান করতে পারে। প্রাণীটার আকার সবচেয়ে তার একটা ধারণা হয়। প্রাণীর আকার তেমন বড় হলে সাপের তাকে আক্রমণ না করাই বাতাবিক। তাতে তার কোন লাভ নেই, উল্টে বিপদের সম্ভাবনা। অবশ্য কোন বাহুরের পা অথবা অন্ত কোন বড় প্রাণীর দেহের অংশ তাকে আঘাত হারিতে পারে—এই আশঙ্কার আশ্রয়কার্বে সাপ ঐ বাহুর বা প্রাণীকে মুখতল গর্তের সহায়তা নিয়ে আক্রমণ করতে পারে। তাপগ্রাহী অপেক্ষা তাপমোচী প্রাণী খেতেই ময়াল আগ্রহ প্রকাশ করে। ময়ালের ওঠে মুখতল গর্ত আছে। সুতরাং হাতির অন্তকারেও তাপমোচী প্রাণীর উপস্থিতি ময়াল সহজেই বুঝতে পারে। গেছো বোড়ার (Bamboo pit viper) মাথার দু-পাশে নাসারন্ধ্র ও চোখের মধ্যস্থলে মুখতল গর্ত আছে। এর সাহায্যে গেছো বাড়া খুব ক্ষিপ্রতার সঙ্গে শিকার ধরে।



# ভিটামিন বা খাদ্যপ্রাণ

শ্রীহৃদয়প্রসাদ গুহ\*

উনবিংশ শতাব্দীর কথা। চীন আর জাপানের মধ্যে বিবাদ লেগেই আছে। তবে জাপানীরা নৌশক্তিতে প্রবল। তাই তারা জাহাজে করে সমুদ্রে টহল দিয়ে বেতার, আর চীনাঘের জাহাজ দেখলেই তাকে আক্রমণ করে।

এই রকম পরিস্থিতিতে একদিন ঘুরে চীনাঘের একটা জাহাজ দেখা গেল। টহলদারী জাপানী জাহাজটা সঙ্গে সঙ্গে তার দিকে ছুটে গেল। গোলন্দাজ সৈন্তেরা এতটুকুই অবীর আগ্রহে অপেক্ষা করেছে, চীনা জাহাজটা কখন কাবানের আগুতার মধ্যে এসে পড়ে। তাহলে সঙ্গে সঙ্গে কাবানের গোলায় তাকে চূর্ণ-বিচূর্ণ করে দেবে।

সেনাধ্যক্ষ দরবীন চোখে লাগিয়ে লক্ষ্য করছিলেন। সুযোগ বুঝে কক্ষ দিলেন—কাবান দাগ।

কিন্তু একি! গোলন্দাজ সৈন্তটির হাত-পা তখন কাঁপছে। কাঁপতে কাঁপতে সে পড়ে গেল ডেকের উপর।

সেনাধ্যক্ষ ছুটে এসে তার পিঠে চাবুক বাজলেন। হেঁকে উঠলেন—এই পরতান, উঠে দাঁড়া। কাবান দাগ জন্মি।

কিন্তু হায়, অনেক চেষ্টা করেও সে উঠতে পারলো না। তার হাত-পা ক্রমশঃ অবশ হয়ে আসতে লাগলো। বুল্ল্য ঘনিষ্ঠে আসছে বুঝতে পেরে এক বোঝা কাবান তার বুজ তরে উঠলো।

সেনাধ্যক্ষের আদেশে আর একজন সৈন্ত সেখানে ছুটে এলো, ব্যস্তবে আগুন দিল। কিন্তু তার হাত-পা কেমন যেন অবশ। তাই নিশানা ঠিক হলো না। কাবান গর্জে উঠলো ঠিকই, কিন্তু

কাবানের গোলা শত্রু জাহাজকে আঘাত হানতে পারলো না।

বিপদ বুঝে সেনাধ্যক্ষ জাহাজ নিয়ে নিরাপদ দূরত্বে পালিয়ে এলেন। রাগে কোতো তিনি হুঁসতে লাগলেন। তাঁর কেমন সম্বন্ধ হলো, সৈন্তেরা নিশ্চয়ই বিশ্বাসঘাতকতা করেছে। তিনি গর্জে ওঠলেন—বেইমানের দল, সব সারবন্দী হয়ে দাঁড়া।

বিশ্বাসঘাতকতার চরম শাস্তি বুল্ল্য। এবার তাদের গুলি করে হত্যা করা হবে।

ঘর পেয়ে নৌবাহিনীর বড় ডাক্তার টাকাকী সেখানে ছুটে এলেন। বললেন কান্ড হোস, ওরা দোষী নয়। ওরা বিশ্বাসঘাতকতা করে নি, বিশ্বাসঘাতকতা করেছে এক রকম রোগ, যার নাম বেরিযেরি (Beriberi)। এই রোগ হলে কেউ দাঁচে না।

সব কথা শুনে জাপানের সম্রাট এই বারান্দাক রোগ প্রতিরোধের তার দিলেন টাকাকীর উপর।

তখন নৌসেনাদের বাতের প্রধান উপাদান ছিল কলেছটা বিহি চালের ভাত, পরিহার্য যবযবে। 1885 খৃষ্টাব্দে টাকাকী বিধান দিলেন, শুধু ভাত খেলেই চলবে না, তার সঙ্গে তরিতরকারী, বাহ, মাংস এবং বাণিজ্য খেতে হবে—না হলে এই রোগে বুল্ল্য অনিবার্য।

কিন্তু দিনের মধ্যেই সেদেশের রাজ্য অবাধ হয়ে দেখলো, টাকাকীর ব্যবস্থায় ভাতগ্রহণ করে নৌসেনাদের কেউ আর এই দুরারোগ্য ব্যাধিতে আক্রান্ত হলো না কিংবা বুল্ল্যমুখে

\* রসায়ন বিভাগ, আর. জি. কর মেডিক্যাল কলেজ, কলিকাতা-৬



পড়িত হলো না। এভাবে টাকাকী একটা নতুন আবিষ্কারের পথ খুলে দিলেন। তবে এই রোগটা কেন হয়, তা ঠিক বলতে পারলেন না।

ডাচদের অধিকৃত পূর্বভারতীয় দ্বীপপুঞ্জও তখন এই রোগের প্রাদুর্ভাব ছিল অত্যন্ত বেশী। তাই আইকম্যান নামক একজন চিকিৎসককে সেখানে পাঠানো হলো, এই রোগ সম্পর্কে গবেষণার উদ্দেশ্যে।

পানীদের এক রকম পক্ষাঘাত রোগ হয়, তার নাম পলিনিউরাইটিস (Polyneuritis)। এর সঙ্গে বাহুরের বেরিবেরি রোগের খুব মিল আছে। গবেষণা করতে করতে 1897 খ্রীষ্টাব্দে আইকম্যান আবিষ্কার করলেন যে, খুরগীকে কেবলমাত্র কলেছাটা পরিষ্কার চাল খেতে দিলে তার এই রোগ হয়। কিন্তু ঐ খুরগীকে চালের হুঁড়া খেতে দিলে এই রোগ সেয়ে যায়। অপর দিকে খুরগীকে সাধারণ আছাটা চাল খেতে দিলে এই রোগ আনো হয় না।

এরপর আইকম্যানের স্থলাভিষিক্ত হলেন এনিঙ্গ। আরও পরীক্ষা-নিরীক্ষার পরে 1901 খ্রীষ্টাব্দে তিনি ঘোষণা করলেন যে, চালের হুঁড়ার (Rice polishings) এমন একটি উপাদান আছে, যা আঁহাদের আয়ুকে সতেজ রাখে। এর অভাবেই বাহুরের বেরিবেরি আর পানীর পলিনিউরাইটিস রোগ দেখা দেয়।

এরপর 1905 খ্রীষ্টাব্দে সেন্টার হালর দেশের কুয়ালালামপুরের এক উদ্যোক্তারূপে গবেষণা শুরু করলেন। তিনি তাঁর রোগীদের হু-বলে ভাগ করলেন। একদল রোগীকে কলেছাটা পরিষ্কার চালের ভাত খেতে দিচ্ছেন, আর অন্য দলকে বিড়েন আছাটা চাল চালের ভাত। প্রথম দলের 120 জন রোগীর মধ্যে 36 জনেরই বেরিবেরি হলো এবং 18 জন এই রোগে মারা গেল। অপর দিকে দ্বিতীয় দলের 123 জন রোগীর মধ্যে মাত্র দু-জন আক্রান্ত হলো, আর ভাবের

রোগও তেমন মারাত্মক হলো না। তারা আবার ভাল হয়ে উঠলো। এই পরীক্ষার বিবরণ প্রকাশিত হলো 1907 খ্রীষ্টাব্দে।

এই সময় মালয়ের আর এক আয়গার যেন লাইন পাতা হচ্ছিল। কেরার এবং স্ট্যান্টন সেখানকার 300 জন প্রবিক নিয়ে গবেষণা শুরু করলেন। প্রবিকদের হু-ভাগে ভাগ করা হলো। প্রথম দলকে বাতের প্রচুর উপাদান হিসেবে দেওয়া হতো কলেছাটা পরিষ্কার চালের ভাত, আর অন্য দলকে সাধারণ আছাটা চালের ভাত। প্রায় তিন মাসের মধ্যেই প্রথম দলের প্রবিকদের মধ্যে বেরিবেরি রোগ মহামারীরূপে দেখা দিল, অথচ দ্বিতীয় দলের প্রবিকদের কিছুই হলো না। এরপর ঐ দু-দল প্রবিকদের চালের তেলন অমল-বদল করে দেওয়া হলো। এর কালে প্রথম দলের রোগীরা ক্রমশঃ ভাল হয়ে উঠলো, অপর দিকে বেরিবেরি রোগ মহামারীরূপে দেখা দিল দ্বিতীয় দলের মধ্যে। এই পরীক্ষার বিবরণ ল্যান্সেট পত্রিকায় প্রকাশিত হলো 1909 খ্রীষ্টাব্দে।

ইতিমধ্যে 1906 খ্রীষ্টাব্দে ইংরেজ বিজ্ঞানী হপকিন্স এবং মার্কিন বিজ্ঞানী ম্যাকলন জানান যে, রাসায়নিক পদ্ধতিতে প্রস্তুত বিতল কার্বোহাইড্রেট, ক্যাট (সেহপদার্থ), প্রোটিন, লবণ ও জল—এই সব কয়টি উপাদানও জীবদেহের পুষ্টির জন্য যথেষ্ট নয়। অথচ এদের সঙ্গে সাধারণ পরিমাণে ছুঁ বা হুহাবীজ (Yeast) মিশিয়ে দিলেই জীবদেহের আত্যাবিক পুষ্টি অব্যাহত থাকে।

এসব গবেষণার ফল ঘরে লিটারাইজকিউটের বিজ্ঞানী কাক 1911 খ্রীষ্টাব্দে চালের হুঁড়া থেকে এমন একটি উপাদান পৃথক করতে সক্ষম হলেন, যার সাহায্যে পানির পলিনিউরাইটিস রোগ নিবার্য করা সম্ভব হলো। এই সব পরীক্ষার ফলাফল দল করে তিনি



বললেন, বেরিবেরি হলো খাদ্যে একটি অত্যাবশ্যক পদার্থের অভাবজনিত রোগ। এই অত্যাবশ্যক উপাদানটি থাকে চালের উপরের আবরণে। তিনি আরও বললেন, শুধু বেরিবেরি নয়—ডাতি, পেঁপো এবং সমস্ত রিক্টাইন্স রোগের কারণ এমন সব উপাদান, যেগুলি আমরা সাধারণত খাদ্য থেকেই পেয়ে থাকি। কোন কারণে খাদ্যে এসব উপাদানের অভাব ঘটলেই দেখা দেয় একই অত্যাবশ্যক রোগ। তাই তিনিই সর্বপ্রথম এই জাতীয় অত্যাবশ্যক উপাদানের নাম দেন 'Vitamine' (ল্যাটিন Vica=গ্রাণ, amine=আমোনিয়াক্স), কারণ চালের ইঁড়া থেকে বা পাঁচড়া বাচ, তা ছিল আমোনিয়াক্স পদার্থ। কিন্তু পরবর্তী কালে যখন এই জাতীয় আরও কয়েকটি পদার্থের কথা জানা গেল, তখন বোঝা গেল যে, সবার সঙ্গে আমোনিয়াক্স সম্পর্ক নেই। এজন্তে ইংরেজী নামের শেষ থেকে 'c' অক্ষরটি বর্জন করে 'Vitamin' নামটি গ্রহণ করা হলো। বাংলার এদের বলা হয় খাদ্যগ্রাণ।

এদিকে দার্কিন দেশে ডসবোর্ন এবং বেভেল ১৯১০ থেকে ১৯১৩ সালের মধ্যে প্রমাণ করলেন যে, মাখনে এমন একটি উপাদান আছে, যা ইঁড়ার খাদ্যবিক বিজ্ঞানের জন্তে অত্যাবশ্যক। এরপর ব্যাক্কলম এবং ডেভিসও সম্পূর্ণ স্বাধীনভাবে জিহ্বার কুহর, মাখন এবং কত-লিভার তেলে এই উপাদানটির (এখন এর নাম ভিটামিন-A) অস্তিত্বের কথা প্রমাণ করেন। ১৯১৫ সালে তাঁরা ঘোষণা করেন যে, "There are necessary for normal nutrition during growth two classes of unknown accessory substances, one soluble in fats and the other soluble in water, but not apparently in fats." অর্থাৎ বিজ্ঞান সবার খাদ্যবিক পুষ্টির জন্তে দুই শ্রেণীর সহায়ক পদার্থের

প্রয়োজন হয়—এক শ্রেণীর পদার্থ যেহেতুতে তৈরী এবং অপর শ্রেণীর পদার্থ জলে তৈরী, কিন্তু আপাতদৃষ্টিতে যেহেতুতে নয়।

যেটি যেহেতুতে তৈরী তার নাম দেওয়া হলো ভিটামিন A, আর যেটি জলে তৈরী তার নাম ভিটামিন-বি। কিন্তু আর দিনের মধ্যেই বোঝা গেল যে, দ্বিতীয়টি একতরফে দুটি উপাদানের মিশ্রণ—একটি বরং তাণেই বিয়োজিত হয়, বার নাম দেওয়া হলো ভিটামিন-B<sub>1</sub>; অতটি বিয়োজিত হয় না, তার নাম দেওয়া হলো ভিটামিন-B<sub>2</sub>।

কালক্রমে এসব উপাদান সম্পূর্ণ বিতরণ অসম্ভব পৃথক করা সম্ভব হলো এবং তাদের অপর গঠন সম্পর্কেও সঠিক সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া গেল। শুধু তাই নয়, গবেষণাগারে কৃত্রিম উপায়ে তাদের প্রস্তুত করাও সম্ভব হলো। ক্রমে আরও কতকগুলি নতুন ভিটামিন আবিষ্কৃত হলো এবং তাদের কার্যকারিতার বিবরণও প্রকাশিত হলো। তার ফলে চিকিৎসাশাস্ত্রে এলো সুগতি।

এখন আমরা জানি যে, খাদ্যের প্রধান উপাদান হলো পাঁচটি—কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন, ফ্যাট (যেহেতু), লবণ এবং জল। কিন্তু এগুলো ছাড়া পুষ্টি হবে না, যদি এদের সঙ্গে বাসায়কার ভিটামিন না থাকে। ভিটামিনপূর্ণ খাদ্য প্রাণীর পুষ্টি বা চালকরী ইত্যাদির মত। কাজেই এদের বলা হয়েচে খাদ্যগ্রাণ।

এদেশে সাধারণতঃ যেসব খাদ্য গ্রহণ করা হয়, সেগুলির কোনটির মধ্যে কোন ভিটামিন ঘটে পরিমাণে থাকে, তার একটি তালিকা পরবর্তী পৃষ্ঠায় দেওয়া হলো। এখানে মনে রাখা দরকার যে, রন্ধনের সময় উত্তাপের ফলে কোন কোন ভিটামিন নষ্ট হয়ে যায়। সুতরাং সে বিষয়ে সাবধানতা অবলম্বন করা দরকার।



## ভিটামিনের তালিকা

ভিটামিন	কোন পদার্থে প্রচুর	কার্যকারিতা	এবং কোন বাত্রে বেশী পাওয়া যায়
এ	মেহপদার্থে	শরীরের গঠন ও ক্রিয়াকলাপ করে এবং রোগ প্রতিরোধক শক্তি বাহ্যিক। এর অভাবে রক্ত- কালি রোগ এবং অত্যন্ত চোখের রোগ হয়।	দুধ, মাখন, বাছ, ডিম, পালং- শাক, বটরভট্ট, বিল্যতি কুমড়া, গাজর, কচু বা ছাঁকরের বহুভেদ তেল ইত্যাদিতে।
বি (বিজ্ঞ)	জলে	এর অভাবে বেরিবেরি, কুমা- ল্যা, দুর্বলতা, কোটবলতা ও নানাপ্রকার চর্মরোগ দেখা দেয়।	চাঁকড়াটা চাল, বাটার তাজা আটা, দুধ, ডিম, যেটে, শাক- সব্জি, কলরু ইত্যাদিতে।
সি	জলে	রক্ত ও দেহরসগুলিকে সুস্থ রাখে। এর অভাবে স্ফাতি রোগ এবং দাঁতের রোগ হয়।	পাতিলেবু, কাগজীলেবু, কল্যা- লেবু, টোম্যাটো, কালোআম, আম, আনারস, আমলকি ইত্যাদিতে।
ডি	মেহ পদার্থে	অস্থি, দাঁত ও পেশীর পোষক। শিশুদের রিকেটস্ বা অস্থি- বিকৃতি রোগ নিবারণ করে।	কচু বাহুর বহুভেদ তেল এবং চিহ্নল, চাঁই, হেরিং, তামন, সার্ডিন প্রভৃতি তৈলপ্রধান মাছ, ডিম, দুধ, মাখন ইত্যাদিতে। সুর্বে অতিবেগুনী রশ্মি পারে লাগালে এই ভিটামিন উৎপন্ন হয়।
ই	"	সন্ধানবতী যারের অভাবে প্রো- জন হয়। এর অভাবে সন্ধান উৎপাদনের ক্ষমতা হ্রাস হয়।	গম, ছোলা ও ডালের অল্প, উত্তম তৈল, বটরভট্ট, লেটুস ও শাক ইত্যাদিতে।
কে	"	রক্ত জমাট বাধতে সাহায্য করে। সুতরাং রক্তে এটি থাকলে সহজেই রক্তপাত বন্ধ হয় নতুবা রক্তপাত বন্ধ হতে দেরী হয়।	মাছ, মাংস, যেটে, মাখন, বাবা- কলি, পালংশাক, টোম্যাটো ইত্যাদিতে।



## মহাকর্ষ-তরঙ্গ

ঐশ্বরীপকুমার বসু\*

বিজ্ঞানের ইতিহাস পর্যালোচনা করলে দেখা যায়, অনেক সময় তত্ত্বগতভাবে অনেক বিনিময়ের অতিরিক্ত আবিষ্কৃত হলেও পরীক্ষামূলকভাবে তা প্রমাণিত হতে দীর্ঘ দিন অতিবাহিত হয়ে যায়। এমনই একটি আবিষ্কার হলো মহাকর্ষ-তরঙ্গ (Gravity waves)। 1966 খ্রীষ্টাব্দে আইনস্টাইন তাঁর সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্বের সাহায্যে মহাকর্ষ-তরঙ্গের অস্তিত্বের কথা ঘোষণা করেন। আর তা পরীক্ষামূলকভাবে প্রমাণিত হয় মাত্র তিন বছর আগে 1969 খ্রীষ্টাব্দে। আপেক্ষিকতা তত্ত্বের দ্বারা নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রের ব্যাখ্যা করতে গিয়ে আইনস্টাইন দেখেন যে, তাঁর তত্ত্বানুযায়ী নিউটনের সূত্রটির পুনর্গঠন করা প্রয়োজন এবং তা করতে গিয়েই তিনি মহাকর্ষকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের (Gravitational field) দ্বারা প্রকাশ করেন। তিনি বলেন মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র আছে এমন স্থানে, যেখানে ইউক্লিডের জ্যামিতি বাটে না, রিমানিয়ান জ্যামিতি নামে বিশেষ এক জ্যামিতি সেখানে প্রযোজ্য। এই জ্যামিতির সাহায্যে আইনস্টাইন মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের সমীকরণগুলি প্রকাশ করেন। তিনি গণনা করে দেখেন যে, যদি সত্য সত্যই মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে রিমানিয়ান জ্যামিতি প্রযোজ্য হয়, তবে সূর্যের মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের জড়ে গ্রহগুলির কক্ষপথ ও আলোক-রশ্মির গতিপথ সামান্য পরিবর্তিত হবে। গণনা অনুযায়ী সূর্যের কাছ দিয়ে আসা আলোক রশ্মিগুলি ভ্রমের কক্ষ গতিপথ থেকে 1.75 সেকেন্ড বিচ্যুত হবে। পরীক্ষার গণনাটির বাধ্যতাবশত প্রমাণিত হয় 1919 খ্রীষ্টাব্দের 29শে মার্চ। সে দিন ছিল সূর্যের পূর্ণগ্রাস এবং।

আইনস্টাইনের বিশেষ আপেক্ষিকতা তত্ত্ব অনুযায়ী মহাকর্ষ-তরঙ্গের প্রতিবেশ আলোর গতিবেগের সমান। এ থেকে স্বাভাবিকভাবেই মহাকর্ষ তরঙ্গের সঙ্গে তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের সাপেক্ষে কথ্য হতে পারে। তবে এখানে একটা কথা স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে, কোন বস্তুর উপর তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের প্রভাব মহাকর্ষ-তরঙ্গের প্রভাবের তুলনায় অনেক গুণ বেশী। একটা উদাহরণ দেওয়া যাক। দুটি ইলেকট্রনের মধ্যে মহাকর্ষ বল ও বৈদ্যুতিক বলের অনুপাত প্রায়  $10^{-42}$ । সুতরাং ভরগুরুত্ব অবস্থায় একটি ইলেকট্রন থেকে যে পরিমাণ তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ নির্গত হবে, মহাকর্ষ-তরঙ্গ নির্গত হবে তার তুলনায়  $10^{-42}$  গুণ কম। তাই মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রকে দুর্বল বলে আইনস্টাইন তাঁর অভ্যন্তরীণ ক্ষেত্র সমীকরণগুলিকে (Field equations) সফল রূপ দান করেন। সমীকৃত সমীকরণগুলি তড়িচ্চুম্বকীয় ক্ষেত্র সমীকরণের অনুরূপ। এ থেকেই আইনস্টাইন সিদ্ধান্ত করেন যে, মহাকর্ষীয় প্রভাব এক স্থান থেকে অন্য স্থানে তরঙ্গ আকারে প্রবাহিত হয়।

সমীকরণের ক্ষেত্রে মিল থাকলেও মহাকর্ষ-তরঙ্গ ও তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের মধ্যে একটি মূলগত বিতরণ আছে। তার কারণ আধান (Electric charge) দুই প্রকারের—বনাম্বক ও ঋণাত্মক, কিন্তু মহাকর্ষের তরঙ্গ সব সময়েই বনাম্বক। সুতরাং একটি মহাকর্ষীয় তরঙ্গ থেকে নির্গত মহাকর্ষ-তরঙ্গসমূহের সংশ্লিষ্ট ব্যতিক্রম

\* পদার্থ-বিজ্ঞান বিভাগ, আচার্য বি. এন. শ্রীল কলেজ, কোচবিহার।



(Constructive interference) হবে এবং কালে মহাকর্ষ-তরঙ্গের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে। কিন্তু ঐ বস্তুতে ঋণাত্মক ও ধনাত্মক আধান সমান হওয়ার বস্তু থেকে নির্গত তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের পরিমাণ কম হবে, কারণ ধনাত্মক আধানের ক্ষেত্রে নির্গত তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ এবং ঋণাত্মক আধানের কাছাকাছি অবস্থিত ঋণাত্মক আধানের ক্ষেত্রে নির্গত তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের মধ্যে বিনাশী ব্যতিকরণ (Destructive interference) হবে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, উল্লেক্ষযোগ্য পরিমাণ মহাকর্ষ-তরঙ্গ পেতে হলে আমাদের বেশ বেশী তরঙ্গের বস্তুর পরীক্ষার হতে হবে। আর তাই পরীক্ষাগারে মহাকর্ষ-তরঙ্গ সৃষ্টি করে তা মাপবার ব্যবস্থা করা প্রায় অসম্ভব। এই কথার বাস্তবতা আইনস্টাইনের গণনা থেকেও পাওয়া যায়। 1916 খৃষ্টাব্দে আইনস্টাইন নিজের কোন একটি অক্ষের চতুর্দিকে ঘূর্ণায়মান দণ্ডের ক্ষেত্রে তাঁর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র সমীকরণের সমাধান নির্ণয় করেন। যদি দণ্ডের ভর  $M$ , দৈর্ঘ্য  $l$  এবং ঘূর্ণনের কৌণিক বেগ  $\omega$  হয়, তবে বিকিরিত মহাকর্ষ শক্তির পরিমাণ হবে  $P = 1.44 \times 10^{-50} \times M l^2 \omega^2$ । স্পষ্টতঃই দণ্ডের ভর অথবা ঘূর্ণনবেগ খুব বেশী মানের না হলে বিকিরিত মহাকর্ষ-শক্তির পরিমাণ হবে খুবই কম। সুতরাং মহাকর্ষ-তরঙ্গের ক্ষেত্রে আমাদের পৃথিবীর বাইরে কোথাও খোঁজ করতে হবে। সৌভাগ্যক্রমে পৃথিবীর বাইরে যে গ্যালাক্সি আছে, সেখানেই মহাকর্ষ-তরঙ্গের উৎস রয়েছে।

শ্রীং-এর সাহায্যে কোন আহিত বস্তুকে আধান-নিরপেক্ষ (Neutral) কোন বস্তুর সঙ্গে ধীরে তার পর শ্রীংটিকে টেনে ছেড়ে দিলে আহিত বস্তু যে পর্বাশুভ গতি তথা ভ্রমণ গতি করবে, তার কালে তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ নির্গত হবে। এভাবে সহজেই আমরা তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ সৃষ্টি করতে পারি। মহাকর্ষ-তরঙ্গও অল্পতপে পাওয়া যেতে পারে। তবে একে কল্পনের কালে

উভয় বস্তু থেকেই মহাকর্ষ-তরঙ্গ নির্গত হবে। কিন্তু নির্গত তরঙ্গের পরিমাণ হবে খুবই কম; কারণ কল্পনামূলক বস্তু দুটির ভ্রমণ পরস্পর বিপরীত-মুখী হওয়ার এক বস্তু থেকে নির্গত মহাকর্ষ-তরঙ্গ অপর বস্তু থেকে নির্গত মহাকর্ষ-তরঙ্গের বিপরীতমুখী হবে এবং কালে মোট তরঙ্গের পরিমাণ প্রায় শূন্য হবে। অবশ্য বস্তু দুটির অবস্থান ভিন্ন হওয়ার নির্গত তরঙ্গের পরিমাণ একেবারে শূন্য হবে না। উদাহরণস্বরূপ প্রত্যেকটি 1000 কিলোগ্রাম ভরবিশিষ্ট এমন দুটি বস্তুর গড়-দূরত্ব (Mean separation) 1 মিটার অবস্থায় বস্তু দুটি যদি 1000 H-z- (প্রতি সেকেন্ডে 1000 বার) কম্পাঙ্কে এবং 1 সেন্টিমিটার বিস্তারে কম্পিত হয়, তবে নির্গত মহাকর্ষ-তরঙ্গের শক্তির পরিমাণ হবে  $10^{-40}$  ওয়াটের মত।

মহাকর্ষ-তরঙ্গ ও তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের নির্ধারণের (Detection) ক্ষেত্রেও পার্থক্য বিদ্যমান। একটি আধান-নিরপেক্ষ বস্তুর জুলনার কোন আধানমুক্ত বস্তুর ভ্রমণের মানের মাত্রা কোন মানের তড়িৎ-ক্ষেত্রের পরিমাপ করা যায়। কিন্তু মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের পরিমাপ এভাবে করা যাবে না; কারণ মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে অবস্থিত সকল বস্তু-কণা একইভাবে কম্পিত হবে, সকল কণার ভ্রমণ হবে একই মানেয়।

অধ্যাপক ওয়েবার মহাকর্ষ-তরঙ্গ নির্ধারণের কাজে হাত দেন 10-12 বছর আগে। সে সময় অনেকেই ওয়েবারের সাক্ষ্য সন্দেহে সন্দিহান ছিলেন। কিন্তু ওয়েবার সে সন্দেহ অস্বলক ছিল বলে প্রমাণ করেছেন। মহাকর্ষ-তরঙ্গ নির্ধারণের ক্ষেত্রে তিনি একটি নিজেই চোঁতাফতি বস্তু ব্যবহার করেন। বস্তুটি অ্যান্টিমনিয়াসের তৈরি। বস্তুটির দৈর্ঘ্য প্রায় 1.5 মিটার, ব্যাস 0.66 মিটার এবং ভর  $1.4 \times 10^3$  কিলোগ্রাম। এটির নিজস্ব মূল কম্পাঙ্ক (Fundamental frequency) হলো 1661 হার্ট্‌। চোঁতাফতির নিজস্ব কম্পাঙ্কের ওপর



যদি কেবল কাল এই যে, আমেরিকান বিজ্ঞানী ভাইলনের পক্ষ। অল্পবয়সী উচ্চতরঙ্গের কোন সৌর বস্তু (যেমন সুপারনোভা (Supernova) ) বিস্ফোরণের (Collapse) কালে যে সমস্ত মহাকর্ষ-তরঙ্গ নির্গত হয়, তারমধ্যে যে তরঙ্গগুলি সবচেয়ে শক্তিশালী, সেগুলির কম্পাঙ্ক ১৬৬০ হার্টের কাছাকাছি। কোন মহাকর্ষ-তরঙ্গ যদি দশটির উপর লবজাবে আপতিত হয়, তবে তা দশটির দুই প্রান্তে বন্টন প্রদর্শন করবে। কালে দশটি হয় প্রসারিত, নয় সংকুচিত হবে এবং দশটিতে ১৬৬০ হার্ট কম্পাঙ্কের অল্পবৈধ কম্পনের সৃষ্টি হবে। কম্পনের বিকৃতি  $10^{-14}$  সেকেন্ডিটারের মত হয়। দশটির কেন্দ্রস্থলে বিকৃতি (Strain) সর্বাধিক হয়। সুতরাং দশটির কেন্দ্রস্থল বেঁটন করে তরঙ্গের কয়েকটি পিজোইলেকট্রিক ক্রিস্টাল (Piezo-electric crystal) লাগিয়ে দিলেন। পিজো-ইলেকট্রিক ক্রিস্টালগুলি বাহ্যিক কম্পনকে অল্পতরঙ্গ বৈদ্যুতিক কম্পনে রূপান্তরিত করে। কম্পনের বিস্তার খুব কম হওয়ায় ইলেকট্রনিক ব্যবহার সাহায্যে কম্পনের তথ্য মহাকর্ষ-তরঙ্গের পরিমাপ করা হয়। চোঙের মাঝখানে একটি তার দিয়ে বেঁধে দেওয়া অবস্থায় তারটির সাহায্যে চোঙটিকে একটি পুঁজ একোষ্ঠের মধ্যে অল্পকৃতভাবে ঝোলানো হয়। এর কালে দশটি বায়ুস্রুজ অবস্থার (Ereely) কল্পিত হতে পারে। পুঁজ একোষ্ঠে ৩০৪৭ সেকেন্ডিটার লম্বা এবং ২১৩৩ সেকেন্ডিটার ব্যাসযুক্ত। যে তারটির সাহায্যে চোঙটিকে স্থূলত অবস্থায় রাখা হয়, সেটির দুই প্রান্ত একটি অল্পকৃতিক বস্তুর সঙ্গে ধরা থাকে। পুঁজ একোষ্ঠের বাইরেও কোন শব্দ বাত্রে চোঙটির উপর কোনভাবে প্রিয়া করতে না পারে, সে জন্মে অল্পকৃতিক দশটিকে উপযুক্ত শব্দ-নিরোধকের (Acoustic filter) উপর বসানো হয়। এই শব্দ-নিরোধক বাইরের শব্দ থেকে পূর্ণ-পরিমানে নির্দেশককে বন্ধা করতে পারে। পুঁজ

একোষ্ঠের বাইরে থেকে নির্দেশকটিতে বাহ্যিক কম্পন সৃষ্টি করতে হলে একোষ্ঠের দেয়ালে হালুড়ি দিয়ে আবৃত করতে হবে। মহাকর্ষ-তরঙ্গ আপতনের কালে দশে সৃষ্টি বাহ্যিক কম্পন পিজোইলেকট্রিক ক্রিস্টালের দ্বারা বৈদ্যুতিক কম্পনে রূপান্তরিত হবার পর যে ইলেকট্রনিক যন্ত্রের সাহায্যে কম্পনকে বর্ধিত (Amplify) করা হয়, সেই ইলেকট্রনিক যন্ত্রের মধ্যকার ইলেকট্রন ও পরমাণুগুলির কম্পন বাত্রে নির্দেশিত (Detected) সঙ্কেতকে কোনভাবে প্রভাবিত করতে না পারে, সে জন্মে ইলেকট্রনিক যন্ত্রটিকে হিদি-রানের সাহায্যে খুব কম তাপমাত্রায় (যা কয়েক ডিগ্রী কেলভিন) রাখা হয়, কারণ যন্ত্রের তাপমাত্রাভেদ যন্ত্রের পরমাণু ও ইলেকট্রনগুলির কম্পন এত বেশী যে, তার প্রাবল্য (Intensity) মহাকর্ষ-তরঙ্গের জন্মে সৃষ্টি সঙ্কেতের প্রাবল্যের প্রায় সমান। এভাবে তৈরি নির্দেশক বেশ ভাল জবাবদী (Sensitive) এবং এটি চোঙের দৈর্ঘ্যের  $10^{-14}$  সেকেন্ডিটারের মত পরিবর্তনও নির্দেশ করতে পারে।

তরঙ্গাবহের পরীক্ষার কালে জানা যায় যে, মহাকর্ষ-তরঙ্গের উৎসের পৃথিবীর সঙ্গে কোন স্পর্শ নেই। মহাকর্ষ-তরঙ্গ আসে ছায়াপথের (Milkyway) দিক থেকে অর্থাৎ আমাদের গ্যালাক্সির কেন্দ্র থেকে। অবশ্য মহাকর্ষ-তরঙ্গ এর বিপরীত দিক থেকেও অর্থাৎ কার্বনেবুলার (Carb nebula) দিক থেকে আসতে পারে। কিন্তু তরঙ্গাবহের পরীক্ষার কাল ব্যাখ্যা করতে গেলে যে মহাকর্ষ-শক্তির প্রয়োজন, তা বিবেচনা করলে গ্যালাক্সির কেন্দ্রেই মহাকর্ষ-তরঙ্গের উৎস বলে ধরে নিতে হয়।

এখন প্রশ্ন হলো এই বিপুল পরিমাণ মহাকর্ষ-তরঙ্গ কিভাবে প্রকৃতিতে সৃষ্টি হচ্ছে? এই বিপুল পরিমাণ মহাকর্ষ-তরঙ্গ সৃষ্টি হতে হলে পৃথিবীর অবস্থা ভৌতিক ভঙ্গসম্পন্ন সৃষ্টি বস্তুর



কম্পনের প্রয়োজন। পণ্যের দেখা যায় যে, উৎসের আকার 100 কিলোমিটার অপেক্ষা ছোট হতে হবে। তাহলে দেখা যাচ্ছে যে, মহাকর্ষ-তরঙ্গের উৎসের আকার অল্পাধিক তার অনেক বেশী অর্থাৎ উৎসের বস্তু হবে খুবই বেশী। এই ক্ষেত্রে দুটি সম্ভাবনা আছে। তা হলো নিউট্রন তারকা (Neutron Stars) এবং ব্ল্যাক হোল (Black hole)। প্রথমটির তরঙ্গ সূরের তরঙ্গের কাছাকাছি এবং ব্যাস 20 থেকে 30 কিলোমিটার। নিউট্রন তারকা হলো বন্যীকৃত অবস্থার বৃহৎ বস্তুতে আবদ্ধ নিউট্রনসমূহ। নিউট্রন তারকা থেকে নির্গত মহাকর্ষ-তরঙ্গের শক্তির মান তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরীক্ষা বাধ্য করতে বাধ্য নয়। এখন দেখা যাক, ব্ল্যাক হোল মহাকর্ষ-তরঙ্গের উৎস কিনা। তার আগে ব্ল্যাক হোল সম্পর্কে কিছু আলোচনার প্রয়োজন। আইনস্টাইনের সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্ব ব্ল্যাক হোলের ধারণা দেয়। বিজ্ঞানের মহাকর্ষ-ক্ষেত্রের ক্ষেত্রে বস্তু কোন তারকা ক্রমশঃ সঙ্কুচিত হতে থাকে, তখন তার মহাকর্ষ-ক্ষেত্রের মানও ক্রমশঃ বাড়তে থাকে। শেষে তারকাটি এমন এক অবস্থায় উপনীত হয়, যখন তার মহাকর্ষ-ক্ষেত্রের মান এত বেশী হয়ে পড়ে যে, তারকাটি থেকে কোন আলোকরশ্মি আর নির্গত হতে পারে না। এইভাবে ব্ল্যাক হোলের জন্ম হয়। ব্ল্যাক হোলের আকার ছোট হওয়ার এবং সেটি নিম্নশক্তি (Non-luminous) হওয়ার তাকে সরাসরি দেখা অসম্ভব না হলেও অসম্ভব কঠিন। এখনও হতে পারে যে, আমাদের গ্যালাক্সির অর্ধাংশের মত ব্ল্যাক হোল অবস্থায় আছে। তারকার সঙ্কোচনের কালে ব্ল্যাক হোল গঠিত হবার সময় কিংবা দুটি ব্ল্যাক হোল একত্রিত হয়ে একটি ব্ল্যাক হোল গঠনের সময় মহাকর্ষ-তরঙ্গের সৃষ্টি হতে পারে। কিন্তু এখন কেন্দ্রে (অর্থাৎ তারকার সঙ্কোচনের সময়) নির্গত শক্তির সবটাই মহাকর্ষ-শক্তিরূপে নির্গত হবে, নির্গত শক্তির

অন্ততঃ কিছু অংশও তড়িচ্চুম্বকীয় শক্তিরূপে পাওয়া যাবে না—একথা তাই অব্যাহত হবে। বর্তমানের তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ নির্দেশক যন্ত্রগুলি মহাকর্ষ-তরঙ্গ অপেক্ষা  $10^{-17}$  গুণ কম শক্তিসম্পন্ন তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ নির্দেশ (Detect) করতে সক্ষম। কিন্তু তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরীক্ষার ক্ষেত্রে মহাকর্ষ-তরঙ্গের সঙ্গে এরূপ কোন তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের সৃষ্টিয়ের প্রমাণ পাওয়া যায় নি। সুতরাং আবার এই সিদ্ধান্তে উপনীত হতে পারি যে, মহাকর্ষ-তরঙ্গের সৃষ্টি হয় দুই বা ততোধিক ব্ল্যাক হোলের একীভবনের (Merging) মধ্য দিয়ে।

এখানে আর একটি কথা উল্লেখ করা যোব হয় অপ্রাসঙ্গিক হবে না যে, যদি তারকাগুলির সঙ্কোচনের কালে পদার্থ থেকে সরাসরি মহাকর্ষ-তরঙ্গের জন্ম হয়, তবে যে হারে মহাকর্ষ-তরঙ্গের সৃষ্টি হচ্ছে, তাতে আমাদের গ্যালাক্সির আবহাওয়া হবে বার্ষিক  $10^9$  বছর।

এর উঠতে পারে পারে যে, মহাকর্ষ-তরঙ্গ সত্যিই যদি পৃথিবীর বাইরে সৃষ্টি হয়ে পৃথিবীতে আসে, তবে পৃথিবীর সর্বত্রই তা একই সঙ্গে প্রভাবিত পড়বে। তা না হলে নির্দেশকের কম্পন কোন স্থানীয় কারণে কল মনে বরাবর হতে পারে। সুতরাং এই প্রকার বীজাণুর ক্ষেত্রে ভার্জিনিয়াতে আছে মেরিল্যান্ড (Maryland) এবং চিকাগোর কাছে আরগোনে (Argonne) জাতীয় পরীক্ষাগারে দুটি পৃথক নির্দেশক স্থাপন করা হয়েছে। এই দুই স্থানের দূরত্ব প্রায় 1000 কিলোমিটার। একটি টেনিসকোর্ট লাইন আরগোনে অবস্থিত নির্দেশকের সঙ্কেত মেরিল্যান্ডে প্রেরণ করে। দেখা যায়, আরগোনের থেকে নির্দেশক-সঙ্কেত মেরিল্যান্ডে আসা ও মেরিল্যান্ডের নির্দেশকে (Detector) মহাকর্ষ-তরঙ্গ বস্তু পড়বার মধ্যে সময়ের ব্যবধান মাত্র 0.44 সেকেন্ড। অর্থাৎ প্রায় একই সময়ের পরস্পর 1000 কিলোমিটার



দুই অবস্থিত দুই নির্দেশকে মহাকর্ষ-তরঙ্গ বরা  
পড়ছে। তাঁর ৪১ দিনের পরীক্ষার উপস্থিতিতে  
দুই স্থানের দুই নির্দেশকে ওয়েবার এই রকমের  
সমপাতন (Coincidence) লক্ষ্য করেন ১৭  
বারের মত। তাছাড়া তিনি আরও কয়েকটি  
সমপাতন লক্ষ্য করেন। এই সমস্ত সমপাতন  
পরিসংখ্যানের সাহায্যে আলোচনা করে ওয়েবার  
এই সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, এই সমস্ত সম-  
পাতন আকস্মিক হতে পারে না এবং এগুলি  
মহাকর্ষাণ থেকে আগত মহাকর্ষ-তরঙ্গের ফল।  
তিনি আরও বলেন যে, ঐ দুই বিভিন্ন স্থানে  
আগত মহাকর্ষ-তরঙ্গের উৎস একই বস্তু। এই  
সব সিদ্ধান্তের আর একটি কারণ হলো এই  
যে, নির্দেশকে দুই সংকেত তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ  
বা অন্ত কোনও মহাকর্ষগতিক তরঙ্গের জন্তে হতে  
পারে না, কারণ অন্ত সমস্ত রকমের তরঙ্গ থেকে  
নির্দেশকে আচ্ছাদিত (Shield) করে রাখা  
হয়েছিল।

ওয়েবার আরও কম কম্পাঙ্কের মহাকর্ষ-তরঙ্গ

নির্দেশন করতে চান। এছাড়া তিনি অ্যান্টিনিয়াম  
চোত্তর পরিবর্তে পৃথিবীকে নির্দেশক হিসাবে  
ব্যবহার করার কথা ভাবছেন। তাঁর মতে, টাইকে  
মহাকর্ষ-তরঙ্গের নির্দেশক হিসাবে ব্যবহার করা  
যেতে পারে, কারণ টাইনে বাতাস বা seismic  
activity বেশী নেই। একথা বিশেষভাবে বলা  
যাও যে, টাই ও পৃথিবীতে মহাকর্ষ-তরঙ্গের  
সমপাতন হলে মহাকর্ষ-তরঙ্গের অস্তিত্বের পক্ষে  
তা ভাল প্রমাণ হবে।

সর্বশেষ আর একটা কথা উল্লেখ করা  
প্রয়োজন। অধ্যাপক ওয়েবার তখন যে পৃথিবীর  
বাইরে থেকে আগত মহাকর্ষ-তরঙ্গ নির্দেশন  
করছেন তাই নয়, তিনি পরীক্ষাগারে মহাকর্ষ-  
তরঙ্গের উৎপাদন ও তা নির্দেশন করতে  
অভিলাষী। এই সম্বন্ধে তাঁর মন্তব্য উদ্ধৃত  
করেই প্রবন্ধে ইতি ঘোষণা করছি—“We  
must be able to generate and  
detect gravitational waves in the  
laboratory.”



## ভারতের আকরিক সম্পদ—ম্যাঙ্গানিজ

অঃবিঃদাঃ

প্রকৃতিতে খাত্তসমূহ অবিকার্যাকারে বিভিন্ন যৌগিক পদার্থরূপে (যেমন—তাদের অক্সাইড, কার্বোনেট, সালফাইড, সালফেট, সিলিকেট প্রভৃতি) অবস্থান করে। এই সকল বস্তাবল্যাত যাতন যৌগ অত্যন্ত পদার্থের মধ্যে প্রায়ই পাথর বা শিলারূপে থাকে। এগুলিকে কখনও ভূপৃষ্ঠে কখনও বা ভূগর্ভে থাকতে দেখা যায়। সচরাচর এই বস্তাবল্যাত অক্সেব বস্ত্তনিকে বলা হয় বনিজ (Mineral)। সব বনিজ পদার্থ থেকে প্রয়োজনীয় বাত্তু নিকাশন করা সম্ভব নয়, তবে সম্ভব হলেও নিকাশন কষ্টিন ও ব্যয়সাধ্য হয়ে থাকে। যে সব বনিজ থেকে কোন বাত্তু নিকাশন করা হয়, সেই সব বনিজকে ঐ বাত্তুর আকরিক (Ore) বলা হয়।

বলা বাহুল্য, আকরিক সম্পদ হলো বিখাতার আশীর্বাদস্বরূপ। আর সেই আশীর্বাদ সর্বাণেকা যেমী পরিমাণে বরিত হয়েহে আবেদিকার মুক্তরাষ্ট্রে। এটাই তাদের অর্থনৈতিক ও অত্যন্ত বিভিন্ন বিষয়ে শীর্ষস্থান অধিকার করবার অজুতন প্রদান কারণ। ভূতত্ত্ববিদেরা বিভিন্ন দেশে আকরিকের বিভিন্নতার কারণ অহসন্ধান করেছেন। ভারতের আকরিক সম্পদ সম্পর্কে সমীকা খুব যেমী দিন স্ক্র হয় নি; স্বাধীনতা লাভের পর থেকে এই বিষয়ে খুব মজর দেওয়া হয়েহে। আলোচ্য প্রবন্ধে ম্যাঙ্গানিজ (Manganese, সংকেত—Mn) সম্বন্ধে আলোচনা করবো।

ম্যাঙ্গানিজ উৎপাদনে ভারতের স্থান— যে সব বনিজ পদার্থ ভারতে প্রয়োজনাতিক্ত পরিমাণে রয়েছে, ম্যাঙ্গানিজের আকরিক সেগুলির মধ্যে অজুতন। প্রবন বিশ্ববুদ্ধের আগে পর্যন্ত

ভারত ছিল পৃথিবীর শ্রেষ্ঠ ম্যাঙ্গানিজ উৎপাদক। কিন্তু পর পর দুটি বিশ্বযুদ্ধে এই শিল্প নাকশতাবে কতিগ্রস্ত হয়েহে এবং এখন এই বিষয়ে ভারতের স্থান রাশিয়া ও ব্রেজিলের পরে, অর্থাৎ তার স্থান হলো তৃতীয়। এই আকরিক ভারতকে অনেক বৈদেশিক মুদ্রা অর্জনে সাহায্য করে। স্বাধীনতা লাভের পর 1953 সাল ভারতের ম্যাঙ্গানিজ রপ্তানীর শীর্ষ বছর। ঐ বছর ভারত প্রায় 1,900,000 টন ম্যাঙ্গানিজ আকরিক রপ্তানী করে এবং তাতে প্রায় 29'5 কোটি টাকা অর্জন করে। মোটামুটি হিসেবে দেখা গেহে, আমাদের দেশে এখনো 180 মিলিয়ন টন ম্যাঙ্গানিজ আকরিক মজুত রয়েছে। ভূতত্ত্ব বিদদের মতে, বর্তমানে বিশ্বে রপ্তানী আর দেশের আভ্যন্তরীণ চাহিদা যে হারে বেড়ে চলেহে, তাতে এই পুঁজিতে আর পাঁচ-শ' বছরের সচ্ছলান হতে পারে! সাম্প্রতিক এক সমীকার আরও বলা হয়েহে যে, ভারতকে বাইরের এই সরবরাহ বজার রাধতে হলে আর নিজের দেশের শিল্প চালাতে গেলে তখন বছরে তার প্রয়োজন হবে প্রায় 27 লক টন ম্যাঙ্গানিজ-আকরিক। উনিশ-শ' আগির দশকে এই লক্ষ্যমাত্রা দিয়ে ঠেকবে 40 লক টনে! স্বতাবতঃই এর জাপে—ম্যাঙ্গানিজের আকরিক কিস্তে অবস্থান হবে এবং কিতাবে আকরিক থেকে ঐ বাত্তুটি নিকাশিত হয়? আর কি-ই বা ম্যাঙ্গানিজের উল্লেখযোগ্য ব্যবহার, তার জন্তে তার এত চাহিদা? সকল বিষয়ে খুঁটিনাটি আলোচনা করতে গেলে

০. জগদন বিকাশ, রাবত্কবিশন আণবিক মহাবিদ্যালয়; নরেন্দ্রপুর, 24-পরগণা।



রসায়নের সর্বাঙ্গগত ব্যাপারে জটিলতার সৃষ্টি হবে। নীচে সর্বমুখ উপরে ম্যাঙ্গানিজ সম্পর্কে একটি সংক্ষিপ্ত আলোচনা করা হলো।

ম্যাঙ্গানিজের আকরিকসমূহ ও ভারতে তাদের প্রাপ্তি—ম্যাঙ্গানিজসমৃদ্ধ যে সকল আকরিকে ৪০-৬০% ম্যাঙ্গানিজ পাওয়া যায়, সেগুলিকে ম্যাঙ্গানিজ আকরিক বলা হয়। যদি কোন আকরিকে ১০-৩০% আয়রন থাকে, তবে তাকে কেকজিনাস ম্যাঙ্গানিজ আকরিক (Ferruginous manganese ore) আর যদি তারও অধিক আয়রন থাকে, তবে তাকে ম্যাঙ্গানিকেরাস আয়রন আকরিক (Manganiferous iron ore) বলে। পাইরোলুসাইট হলো ম্যাঙ্গানিজের প্রধান আকরিক (৬০-৬৩% ম্যাঙ্গানিজ থাকে)। এছাড়া অপরূপ যে সকল আকরিকগুলি জানা আছে, সেগুলি হলো—ক্রনাইট (৬৩% Mn), ম্যাঙ্গানাইট, হাসমানাইট (৭২% Mn), সিলোবিলেন (৪৫-৬০% Mn), রোডোনাইট (৪২% Mn), রোডোকোসাইট, ম্যাঙ্গানিজ রেও ইত্যাদি।

ভারতের উচ্চ মানের ম্যাঙ্গানিজ-আকরিক রপ্তানীর ৬০%-ই বার মধ্যপ্রদেশ থেকে। ১৯২৯ সালে বাগপুরে প্রথম ম্যাঙ্গানিজ আকরিকের অস্তিত্বের সন্ধান পাওয়া যায়। ঐ প্রদেশের বালাঘাট, ভাওয়াসা, হিম্বাওয়া, জমলপুর জেলায়ও প্রচুর ম্যাঙ্গানিজ আকরিক রয়েছে। এতদ্বির বাত্রাজ, বোখাই, বিহার, উড়িষ্যা, মধীপুর ও মধ্যভারতে বেশ পরিমাণে ম্যাঙ্গানিজ আকরিকের সন্ধান পাওয়া গেছে।

এবার ভারতের ম্যাঙ্গানিজ-আকরিকের অবস্থান সম্পর্কে ভূতত্ত্ববিদ্যের ব্যাখ্যা করা আয়োজন করা যাক। ভূত্বক বর্ণনায় ভূতাত্ত্বিক সর্বাঙ্গের ব্যাপ্তি দেখিয়েছেন, ম্যাঙ্গানিজের অবস্থান ভারতের প্রায় সমস্ত ভূতাত্ত্বিক বণ্ডনেই (Geological system) থাকা সম্ভব। তবে ধরওয়ারী (Dharwar) হলো ম্যাঙ্গানিজ অব-

স্থানের প্রধান বণ্ডন। ভূত্বক বর্ণনায় এই বণ্ডনটিকে আবার তিনটি শ্রেণীতে ভাগ করেছেন।

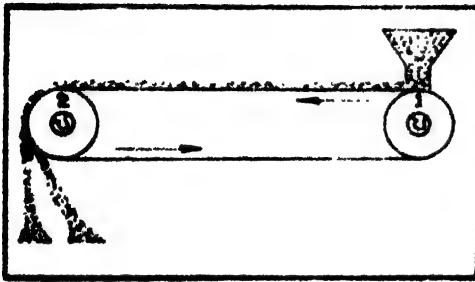
(ক) কদুরাইট (Kadurite) শ্রেণী—একে কার্যীয় স্ট্রুটোনিক শিলাভাগে অবস্থান করতে দেখা যায়। এতে খুবই উচ্চ পরিমাণে ম্যাঙ্গানিজ সিলিকেট, যেমন—ম্যাঙ্গানিজ-গারনেট, রোডোনাইট, ম্যাঙ্গানিজ-পাইরোজিন, ম্যাঙ্গানিজ অ্যান্টিবল প্রভৃতি রয়েছে। ডিলাগাপট্টমে প্রাপ্ত আকরিকে এই জাতীয় ম্যাঙ্গানিজ সিলিকেট আছে।

(খ) গণ্ডাইট (Gondite) শ্রেণী—মধ্যপ্রদেশ, মধ্যভারত পাঁচবহল প্রভৃতি অঞ্চলে এই শ্রেণীর উপস্থিতির কথা জানা গেছে। এই জাতীয় শিলা হলো প্রাচীন শিলাচূর্ণের কণ (Clastic sediment)। এতে আছে বিভিন্ন ধরণের বিভিন্ন ম্যাঙ্গানিজ ও আয়রনের অক্সাইড, যেগুলি কালক্রমে রূপান্তরিত হয়েছে ম্যাঙ্গানিজের বিভিন্ন ক্ষুদ্রাকার আকরিকে; যেমন—ক্রনাইট, হাসমানাইট, হলোণ্ডাইট প্রভৃতিতে। ম্যাঙ্গানিজ আকরিক উৎপাদনে গণ্ডাইট ভূগর্ভেই অর্থনৈতিক দিক দিয়ে সর্বাধিক গুরুত্ব দেওয়া হয়।

(গ) ল্যাটেরাইটিক জুপ (Lateritic deposits) হলো ধরওয়ার শিলার পরোক্ষ রূপ। কারণ এগুলি মেসোজু প্রকার শিলার গঠন ও রাসায়নিক সংযুতির পরিবর্তনের মধ্য দিয়ে সৃষ্টি হয়ে থাকে। এই জাতীয় আকরিক সিংখুম, জমলপুর, বেরিনি প্রভৃতি অঞ্চলে পাওয়া যায়। এগুলি ম্যাঙ্গানিজ ও আয়রনের অক্সাইড, যেমন—ব্রিডেনবার্গাইট (Vredenburgite), সিটাপারাইট (Sitaperite)-রূপে; ম্যাঙ্গানোট, যেমন—হলোণ্ডাইট (Hollandite), বেলডোংগাইট (Beldongrite)-রূপে, ম্যাঙ্গানিজ-অ্যান্টিবল, যেমন—উইনচাইট (Winchite)-রূপে; ম্যাঙ্গানিজ অক্স, যেমন, অ্যালুর্জাইট (Alurgite)-রূপে ইত্যাদি বিভিন্ন প্রকারে অবস্থান করতে পারে।



ম্যাংকানিজ নিষ্কাশনের প্রণালী—ম্যাংকানিজ সাধারণতঃ যে আকরিক থেকে নিষ্কাশিত করা হয়, তাতে আছে প্রধানতঃ ম্যাংকানিজ ডাই-অক্সাইড আর আছে আয়রন অক্সাইড, অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড, সিলিকা প্রভৃতি অবিভক্তি। অবিভক্তিসমূহকে দূর করবার জন্যে আকরিককে ভালভাবে ভাঁড়া করে ও তবিয়ে প্রথমে 'ভড়ি-চুখকীর পৃথকীকরণ প্রক্রিয়া' অবলম্বন করা হয় (1নং চিত্র)।

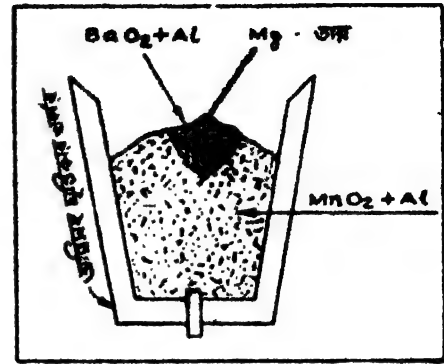


1নং চিত্র

1নং চিত্রে দুটি রোলার একটি কাপড়ের বেল্ট দিয়ে জড়ানো থাকে। রোলার চালালে বেল্টটি ঘুরতে থাকবে। রোলারদ্বয়ের মধ্যে 2নং টি চুখকারিত করা যায়। এখন চিত্রে প্রদর্শিত উপায়ে আকরিকচূর্ণ ঢেলে সেই সঙ্গে বেল্টটি চালনা করলে আয়রন চুখকের দ্বারা আকৃষ্ট হয়। তাই চুখক রোলার অতিক্রম করে আকরিক নীচে পড়বার সময় পৃথক হয়ে যায়।

এরপর "খাটি পদ্ধতি"র সাহায্য নেওয়া হয় (2নং চিত্র)। এই পদ্ধতিতে আকরিককে অ্যালুমিনিয়াম-চূর্ণের সঙ্গে মিশানো হয় এবং একটি অতিমৃদু ভূতিকাঁর (Fire clay) সজ্জিত খর্ণেরে লওয়া হয়। এখন মিশ্রণের উপরিভাগে হুয়োস্পার দিয়ে ঢেকে উপরে বধ্যস্থলে একটুখানি বেরিয়াম পায়-অক্সাইড ( $BaO_2$ ) ও অ্যালুমিনিয়াম চূর্ণ যেবে অল্পত ম্যাগনেসিয়াম তারের সাহায্যে আত্মন বহিয়ে দেওয়া হয়। উত্তপ্ত অ্যালুমিনিয়াম

বিস্ফোরণসহ ম্যাংকানিজ ডাই-অক্সাইডকে বিজারিত করে বাতুতে পরিণত করে। সলিত



2নং চিত্র

বাতু সজ্জিত খর্ণের নীচে জমা হয়। এটি মোটামুটি বিতঙ্গ।

উপারউক্ত বিক্রিয়াটিকে রাসায়নিক সমীকরণের দ্বারা প্রকাশ করা সম্ভব:  $3MnO_2 + 4Al = 2Al_2O_3 + 3Mn$

ম্যাংকানিজ বাতু ও তার ব্যবহার—ম্যাংকানিজ হলো দূসর আভ্যন্তরীণ সাদা, কঠিন ও ভঙ্গুর বাতু। এর গলনাঙ্ক খুবই উচ্চ— $1200^\circ$  সে। বিভিন্ন অবস্থায় বাতুটি বেশ দারী, কিন্তু এতে কোন অবিভক্তি থাকলে (যেমন—কার্বন) এর উপরিভাগে অক্সাইড আত্মরপ পড়ায় বিবর্ণ হয়ে যায়।

ম্যাংকানিজের সর্বপ্রথম ও উল্লেখযোগ্য ব্যবহার হলো ইস্পাত শিল্পে। ম্যাংকানিজযুক্ত ইস্পাত খুবই দৃঢ় ও বাতসহ হয়ে থাকে। এই জাতীয় ইস্পাত তাই খুবই উচ্চ উৎকর্ষা সহ্য করতে পারে। ইস্পাত একত্বের সময় ম্যাংকানিজ যোগ করলে তা সলিত ইস্পাতের অস্তিত্বের ও সালকার হ্রাসিত হতে সাহায্য করে। ম্যাংকানিজযুক্ত ইস্পাতের কয়েকটি উল্লেখযোগ্য ব্যবহার দেওয়া হলো :—



যখন এতে মাত্র ১.৫-১.৭% Mn থাকে, তখন তা অটোমোবাইল ও মোটরযোগিত আয়রন, কোকো লাগাবার রত, ক্র্যাক-ডাকট্ ইত্যাদি ও হাইকেন-ব্যাংক প্রভৃতিতে ব্যবহৃত হয়। ষ্টিক ষ্টিক ১.৪% Mn থাকলে তাকে প্রয়োজনীয় যজ্ঞত্ব হোট হোট যন্ত্রপাতি নির্মাণের কাজে লাগানো হয়। একটু বেশী পরিমাণে—১১-১৩% Mn থাকলে, তা বিভিন্ন বেশিনের বে সমস্ত অংশে প্রচুর যাক সহ করার প্রয়োজন হয়, সেগুলি নির্মাণে (বেবন—ক্রাফিং বেশিনারী, জ (Jaws), রেলপাটির ক্রপ, বুলেট-ওক বর্ম প্রভৃতি অতি গুরুত্বপূর্ণ সামগ্রী নির্মাণ করতে ব্যবহার করা হয়।

তাছাড়া আরও কয়েক প্রকার ইল্পাত স্কর আছে, সেগুলির ব্যবহারও উল্লেখযোগ্য: বেবন—কোরো-ম্যাঙ্গানিজ, স্পিজেলিসেন উন্নত বরণের ইল্পাত প্রভৃতি, ম্যাঙ্গানিজ ইল্পাত রেলের পাটি প্রভৃতি ও পাথাক কাটবার যন্ত্রপাতি নির্মাণে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া স্টেনলেস স্টীল প্রভৃতিতে ম্যাঙ্গানিজ ব্যবহার করলে তা অধিক ক্রোমিয়াম ও নিকেলযুক্ত স্করের মতই কাজ করে—এই জাতীয় ইল্পাতের সংযুতি: Cr, ১৭-১৯%; Mn, ৪-১০%; Cu, ১%। ইলেকট্রিকের কাজে নতুন যন্ত্রপাতি নির্মাণে ম্যাঙ্গানিজ নামক স্কর ব্যবহৃত হয়ে থাকে। তাছাড়া ম্যাঙ্গানিজ ব্রোজ, ববিজ যন্ত্রপাতি নির্মাণে ও টাইটানিয়াম ম্যাঙ্গানিজ স্করটি প্রকৃত দাঁতসহ বস্ত নির্মাণে ব্যবহার করা হয়।

এবার ম্যাঙ্গানিজের কয়েকটি উল্লেখযোগ্য যৌগ ও সেগুলির ব্যবহারের কথা বলা যাক।

ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড (স্কেত  $MnO_2$ )—কালো রঙের এই অক্সাইডট পাইরোপু-সাইটেই পাওয়া যায়। এটি একটি সক্রিয় অধিক দ্রব্য এবং এর প্রচুর ব্যবহার জানা আছে।

(১) কাচের বিকল্পে এর ব্যবহার প্রাচীন কাল থেকেই চলে আসছে। দেখা গেছে, সাধারণ কাচের সবুজাত ভাঙি হয় এতে কোরাস সিলিকেটের উপস্থিতির জন্যে। তাই কাচে  $MnO_2$  যোগ করলে দু-ভাবে কাজ করে। প্রথমতঃ, এটি কোরাস আয়নকে কেরিক অবস্থায় পরিণত করে অর্থাৎ সবুজাত ভাঙি কেটে দিয়ে অপেক্ষাকৃত হালকা হলুদ রঙে পরিণত হয়। দ্বিতীয়তঃ, বে ম্যাঙ্গানিজ সিলিকেট উৎপন্ন হয়, তার রং বেগুনী। তদিকে কেরিক লবণের রং হালকা হলুদ—এই দুই রং পরস্পরের পরিপূরক। এইভাবে বর্ণহীন কাচ প্রস্তুত সম্ভব।

(২) ডিপোলারিসার (Depolariser) স্ক্রালনেলে  $MnO_2$ -এর গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে। এর ডক সংকল্পে 'ডক সেল' (Dry cell) এখন ইলেকট্রিক-সেট, বেল, টেলিফোন, ও রেডিও সেটে নিত্যই ব্যবহৃত হচ্ছে।

(৩) লেবরেটরীতে পটাসিয়াম ক্রোমেট থেকে অক্সিজেন প্রভৃতির সমস্ত  $MnO_2$  অক্সাইড রূপে ব্যবহৃত হয়। কখনো কখনো রঙের কাজে শুষ্ককরণের দ্রব্য (Drier) হিসাবে কাজ করে—এখানেও এর ব্যবহার অক্সাইডের মতই। তাছাড়া হাইড্রোক্সো-ক্লোরিক অ্যাসিড থেকে ক্রোমিন প্রভৃতিও এর ব্যবহার দেখা যায়।

উল্লিখিত ব্যবহার ছাড়াও ম্যাঙ্গানিজের কতকগুলি অতি প্রয়োজনীয় যৌগ, যেমন—ম্যাঙ্গানেট, পারম্যাঙ্গানেট ইত্যাদি—এমন কি; খাতব ম্যাঙ্গানিজ ও ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড থেকে প্রস্তুত করা সম্ভব।

পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (স্কেত  $KMnO_4$ )—একটি খুবই প্রয়োজনীয় ম্যাঙ্গানিজ যৌগ। বেগুনী রঙের এই যৌগটিও অধিক দ্রব্য হিসাবে বহুল ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া—

(১) বীজের হিসাবে এর ব্যবহার বহু দিন



থেকে সঞ্চিত। জলের নির্বাচনে এটি সচরাচর ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

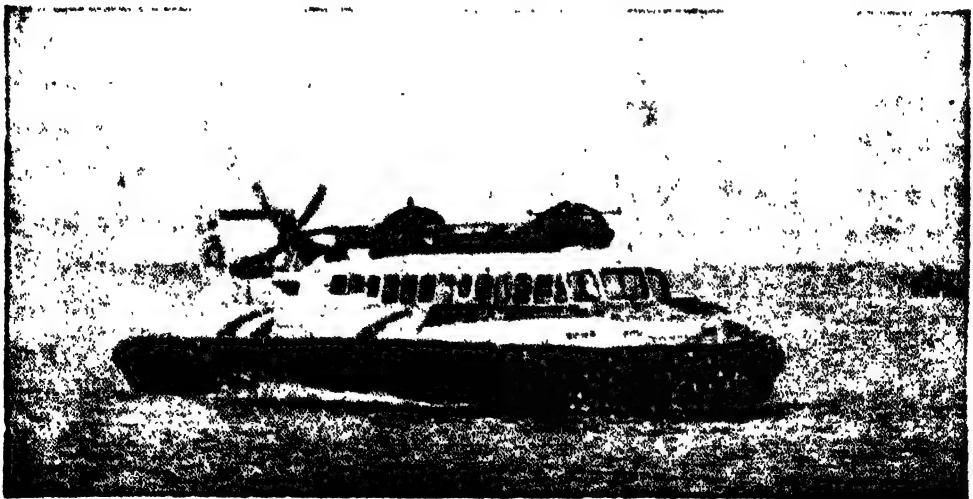
(2) উল, সিক, তুলার বিরঞ্জে এটি ব্যবহার করা হয়। তাকারিন, বেনজরিক অ্যাসিডের পণ্যোৎপাদনে ও ঘোষের বিরঞ্জেও এর ব্যবহার দেখা যায়।

(3) বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ার সনাক্তকরণে (যেমন—ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ইত্যাদি) ও পরিমাণ নির্ধারণে (যেমন—অক্সালেট ইত্যাদি) এর ব্যবহার খুবই জানা আছে। এর লবু কারীর ত্বরণ (বারার বিকারক) দ্বৈব-বোণের দ্বি-বন্ধী (Double bond) সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।

তাহাড়া ম্যাঙ্গানিজের আরও কয়েকটি প্রধান প্রধান বোণের ব্যবহারের কথা উল্লেখ করা

যেতে পারে। যেমন—ম্যাঙ্গানিজ অক্সাইড (সোদক  $Mn_2O_3$ ) হলো বাদামী-কালো রঙক (Pigment)। কাগজে রং করতে ও ছাপার কাজে এটি ব্যবহার করা যেতে পারে। অ্যাম্বর (Amber)—প্রাকৃতিক সোদক (Hydrated) ম্যাঙ্গানিজ অক্সাইডের সঙ্গে আরসন ও অ্যালুমিনিয়ামের সোদক অক্সাইড মিশিয়ে তৈরি করে পোড়ালে বাদামী রঙের এই রঙক তৈরি পাওয়া যায়। সোদক ম্যাঙ্গানিজ সালফেট ( $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) কীটনাশকরূপে ও টেক্সটাইল, কাগজ ও রঙক শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ম্যাঙ্গানিজের অত্যন্ত লবণের ব্যবহার উল্লিখিত ব্যবহারগুলির মতই। উল্লিখিত পর্যালোচনা থেকে বলা যায়—এত প্রয়োজনীয় এই ম্যাঙ্গানিজ ধাতুটি ভারতের অর্থনৈতিক ও শিল্পোন্নয়নে এক গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা নিতে পারে।

### রেল ও সেনাবাহিনীর জন্যে হোতারক্যাক ট



রেল ও সেনাবাহিনীর জন্যে বৃটিশ হোতারক্যাক ট কর্পোরেশন কর্তৃক নির্মিত 58 জন বাতী বহনের উপযোগী S R N 6 হোতারক্যাক টকে লন্ডনের উপর চালিয়ে পরীক্ষা করা হচ্ছে।



## সঞ্চয়ন

### ভারতে মৎস্ত-পবেষণা—বর্তমান ও ভবিষ্যৎ

ভারতীয় কৃষি অঙ্গসম্বন্ধে পরিবেশের আর. রঘুপ্রসাদ ও পি. আর. এস. টাম্পি এই সচ: লিখেছেন—পঁচিশ বছর আগে কেন্দ্রীয় মৎস্ত-পবেষণা কেন্দ্রগুলি স্থাপন হবার পর থেকেই ভারতবর্ষে মাছের চাষ ও ব্যবসায়ের নানা দিক সম্বন্ধে অসংবদ্ধভাবে কাজ আরম্ভ হয়। স্বাধীনতা-লাভের পর এই কয় বছরে মৎস্ত-পবেষণার ক্ষেত্রে নানা উন্নয়নযোগ্য উন্নতি হয়েছে। গত দু-দশকের মাছের উৎপাদনই তার সবচেয়ে বড় প্রমাণ। সমস্ত প্রোটিনের উৎস মাছের উৎপাদক হিসেবে পৃথিবীর অসংখ্য দেশগুলির মধ্যে ভারতের স্থান সপ্তম আর ভারত মহাসাগর এলাকার ভারত অবিসম্বাদিতভাবেই প্রথমের সারিতে রয়েছে।

আমাদের দেশের উপকূল রেখা এত দূর পর্যন্ত বিস্তৃত এবং মাছ ধরবার কাজ এত অনিবার্য ও বিস্তারিত যে, সমস্ত দেশে সাগর বছরে মাছের উৎপাদন সম্বন্ধে সঠিক তথ্যই পাওয়া যেত না। এই সম্পর্কে ব্যাপকভাবে অঙ্গসম্বন্ধ করে দেখা গেছে যে, দীর্ঘ দিন ধরে আমাদের দেশের মৎস্ত-সম্পদ অবলোচিত হয়ে রয়েছে। অনেক অকলেই মাছ উৎপাদনের প্রচুর সম্ভাবনা থাকলেও কিছুটা অজানতাবশত: এবং কিছুটা উপযুক্ত সাহসসম্রাণের অভাবে আমরা সে সুযোগ গ্রহণ করতে পারি নি। এখন তথ্য জরিবার পর আমরা এই সহজাত প্রাকৃতিক সম্পদ সম্পর্কে সচেতন হয়েছি। আর গত দুই দশক ধরে মাছের উৎপাদন বাড়িয়ে, মাছ ধরবার প্রক্রিয়ার ব্যতিক্রমের চেষ্টা করে, বিশেষে রপ্তানী করে এই ক্ষেত্রে আমরা ক্রমশ: এগিয়ে চলেছি।

আমাদের দেশে পুঙ্খরে মাছের চাষ করা

বহু প্রাচীন রীতি, তবে বিজ্ঞানসম্মতভাবে এই চাষের কোন চেষ্টা আগে করা হয় নি। গত পঁচিশ বছরে বিভিন্ন জল-হাওয়া ও পরিবেশের উপযুক্ত নানা ধরনের মাছের আভ্যন্তরীণ নির্বাচনের উপর ভরসা দেওয়া হয়েছে। পোনা মাছের চাষ এখন আমাদের মাছ ব্যবসায়ীদের মধ্যে সুপ্রচলিত। বহু পোনা মাছ কৃত্রিম ও বন্দী অবস্থার সাধারণত: বংশ বৃদ্ধি করে না। সে ক্ষেত্রে প্রচুর পরিমাণে ছোট ছোট মাছ চারা হিসেবে ব্যবহার ও সংরক্ষণ করার দরকার হয়। আমাদের মৎস্ত-পবেষণা একেজ্রে সম্প্রতি বিশেষ উন্নয়নযোগ্য সাফল্য লাভ করেছে। তাঁরা পিটুইটারি হরমোনের নির্বাণ প্রয়োগ করে কৃত্রিমভাবে মাছের প্রজনন-কর্মতা বাড়িয়ে তোলবার চেষ্টা করছেন। এর ফলে প্রচুর পরিমাণে ভাল আভ্যন্তরীণ মাছের চারা পাওয়া যাচ্ছে। কতকগুলি কেন্দ্রীয় এজেন্সিতে সাগর বছর মাতে বন্ডে পরিমাণে এই হরমোন ইন্জেকশনের সরবরাহ পাওয়া যায়, সে ক্ষেত্রে এখন কয়েকটি পিটুইটারি ব্যাড স্থাপনের চেষ্টা করা হচ্ছে।

কৃত্রিমভাবে যেমন নিজচাষ বা পর্যায়ক্রমিক পদ্ধতি অঙ্গসম্বন্ধ করা হয়, তেমনি মাছের ক্ষেত্রেও একক ভটি বা চাষের বদলে কাতলা, কুই, মুগল ও বিভিন্ন ধরনের পোনা মাছের জমাটবর্তী প্রজনন ও পালনের পদ্ধতি গ্রহণ করা হচ্ছে।

জীবজগতে বা উদ্ভিদজগতে সব রকম আকাঙ্ক্ষিত উপযুক্ত প্রজাতি বিরল। সে ক্ষেত্রে বিজ্ঞানীরা এখন পত-পালনের ক্ষেত্রে ও কৃত্রিম-জগতে নিজ প্রজনন বা সংরক্ষণের দ্বারা কৃত্রিম-ভাবে বিভিন্ন ভূপের সমাবেশ করে নতুন নতুন



বর্ণগন্ধর ( হাইড্রিজ ) প্রজাতির উদ্ভাবন করেছেন।  
সাঁহের ক্ষেত্রেও গবেষকেরা এখন সফলতরনের দ্বারা  
নতুন বর্ণগন্ধর সাঁহের উদ্ভাবনের ক্ষেত্রে পরীক্ষা-  
নিরীক্ষা করছেন।

মাছ ধরবার কৌশল সবচেয়েও নানা ধরণের  
গবেষণা করা হয়েছে। বিভিন্ন ধরণের সাঁহের  
প্রকৃতি ও পরিবেশ সম্পর্কে হৃদয়ভাবে অধ্যয়ন  
করে আবিষ্কারের মন্ত্র গবেষকেরা মাছ ধরবার  
ক্ষেত্রে নতুন ধরণের সাধনপদ্ধতি উদ্ভাবন করেছেন।  
বিভিন্ন আকার ও গঠনের বড় টানা জাল তৈরি  
করবার কালে মাছ ধরবার পরিমাণ প্রায় শতকরা  
33-70 ভাগ বেড়েছে বলে দেখা গেছে। মাছ  
ধরবার ত্রিভুজি ভিত্তি বা নৌকা তৈরির ক্ষেত্রে  
অন্য পুঁজি প্রগতি হয় নি এবং এখন পর্যন্ত  
7-6-18-42 মিটার দৈর্ঘ্যের নৌকাতেই তা সীমিত  
রয়েছে। সাঁহের একই সাধনপদ্ধতির উদ্ভাবন  
মাছ ধরবার পরিমাণ বেড়েই পরিমাণে বাড়িয়ে  
জুগুৎ সাধন্য করেছে।

অন্যতঃ শুধু মাছ ধরবার পরিমাণ বাড়ালেই  
হবে না। এই ক্ষেত্রে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ দাবি  
হচ্ছে, ধরা মাছ সংরক্ষণের ব্যবস্থা করা। বিশেষ  
করে প্রাণদান দেশে মাছ ধরবার পুঁজি কন  
সময়ের মধ্যেই তা তুলিয়ে বা পচে বাটার সজ্জাবনা  
থাকে। মাছ সংরক্ষণ ও দেশ-বিদেশে চালান  
দেবার ব্যাপারে বরকের তুলিকা পুঁজি গুরুত্ব-  
পূর্ণ। হিমঘরে রাখা ও অত্যন্ত উপযুক্ত সংরক্ষণ-  
প্রণালীর উদ্ভাবন করে মন্ত্র গবেষকেরা আবিষ্কারের  
দেশের মন্ত্র-নির্যাক সাধন্যের পথে অনেক  
দূরে এগিয়ে দিয়েছেন। এর কালে ভারতের  
এক প্রান্ত থেকে আর এক দূর প্রান্তে মন্ত্র-  
তোক্তাদের ক্ষতি ও চাহিদা অনুসারে মাছ চালান  
দেওয়া এবং বিদেশে মাছ রপ্তানী করার ক্ষেত্রে  
অনেক প্রগতি হয়েছে। আবিষ্কারের দেশ থেকে

প্রায় 33 কোটি টাকার মত মাহ ও সামুদ্রিক  
উৎপাদন বিশেষে রপ্তানী করা হয় এবং পর্যন্ত  
বিষয় এই যে, বিশেষের মন্ত্রতোক্তাদের কাছেও  
তা বেড়েই সমাপ্ত হয়।

এক কথায় বলা যেতে পারে যে, গত দুটি দশকে  
আবিষ্কারের মন্ত্র নিম্ন নানা দিক দিয়েই উন্নতির  
পথে এগিয়ে গেছে। এর সঙ্গে সঙ্গে আবিষ্কারের  
প্রাচীন সজ্জাবনার এক দ্রুত প্রবর্তনী প্রেরণ  
সাঁহের জীবনে অর্থনৈতিক উন্নতির সূচনা দেখা  
দিয়েছে।

কিন্তু আবিষ্কারের এখানেই থেমে গেলে চলবে  
না। বিরাট সজ্জাবনার এক পরিণতির প্রথম  
কয়েকটি সোপান আবিষ্কার উত্তীর্ণ হয়েছে।  
এখনও আবিষ্কারের উপর অনেক দাবি রয়েছে।  
দেশব্যাপী আবিষ্কার খাতের অত্যন্ত দূর করতে  
হবে। জাতীয় দর্শনে রপ্তানীর দ্বারা বিদেশী  
দুর্ভিক্ষ অর্জন করা এবং প্রাচীন অর্থনীতির উন্নয়ন  
করবার প্রতি আবিষ্কারের আরও বেশী সচেতন  
ও সচেতন হতে হবে। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিদ্যাকে  
অত্যন্ত উন্নয়নমূলক কাজে যেমন লাগানো হচ্ছে এই  
ক্ষেত্রেও তার পূর্ণ সুযোগ গ্রহণ করতে হবে।

সম্প্রতি ভারতীয় কৃষি-অনুসন্ধান পরিষদ থেকে  
মন্ত্র-গবেষণার সাতটি সর্বভারতীয় সমন্বয়মূলক  
পরিকল্পনার সূত্রপাত করা হয়েছে। এর কালে  
মন্ত্র-গবেষণার ক্ষেত্রে নতুন যুগের সূচনা দেখা  
দিয়েছে। এই পরিকল্পনাগুলিতে বিজ্ঞানতান্ত্রিক  
বিভিন্ন দায়েরার মত, সামগ্রিকভাবে সমস্ত দেশের  
মন্ত্র ব্যবস্থা সংক্রান্ত বিভিন্ন সমস্যা সমা-  
ধানের চেষ্টা করা হবে। এর কালে আবিষ্কারের  
প্রকৃতিমত মন্ত্র সম্পর্কে দেশের সামগ্রিক  
কল্যাণে লাগাবার কাজে বিভিন্ন দায় এবং ক্ষেত্রের  
-বিজ্ঞানী ও গবেষকেরা সম্মিলিতভাবে এগিয়ে যেতে  
পারবেন।



# চণীগড়ে ভারতীয় বিজ্ঞান-কংগ্রেসের ৬০তম

অধিবেশন ( হীরক জয়ন্তী )—1973

মূল সভাপতি ও মাথা সভাপতিদের সংক্ষিপ্ত পরিচিতি

অধ্যাপক এস. ভগবন্তম

মূল সভাপতি

অধ্যাপক ভগবন্তম 1909 সালের 14ই অক্টোবর জন্মগ্রহণ করেন। অধ্যাপক সি. ডি. রানবের তত্ত্বাবধানে কলিকাতার ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশনের তত্ত্বাবধানে কলিকাতার ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন করি কাউন্সিলের অব সার্ভিসে তিনি প্রাথমিক গবেষণা-প্রশিক্ষণ লাভ করেন। পদার্থ-বিজ্ঞানী হিসাবে তিনি আনুষ্ঠানিক ব্যাতিপক্ষ্য। শিক্ষক, বিজ্ঞানী ও প্রশাসক হিসাবে তাঁর বহু বছরের অভিজ্ঞতা আছে।

তিনি অল্প বিখ্যাতভাৱে ( ওয়ালটের ) পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপক এবং বিখ্যাতভাৱে কলেজ-সমূহের অধ্যাপক ছিলেন। পরে তিনি গওনের ভারতীয় হাই কমিশনের বিজ্ঞানসংক্রান্ত সংযোগ-রক্ষাকারী (Liaison) অফিসার, কলিকাতা লেবরেটরি-এর ডিরেক্টর, হায়দরাবাদের ওসমানিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ের ডাইন-চ্যান্সেলর, ব্যাকালগোয়ের ইণ্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অব সায়েন্স-এর ডিরেক্টর এবং নতুন দিল্লীতে প্রতিরক্ষা মন্ত্রী বৈজ্ঞানিক পরামর্শদাতা হিসাবেও কাজ করেন।

তিনি বহু গবেষণা-পত্র এবং 1. Scattering of Light and Raman Effect, 2. Theory of Groups and its application to Physical Problems, 3. Crystals Symmetry and Physical Properties শীর্ষক তিনটি পুস্তক প্রকাশ করেছেন। প্রাথমিক হিসাবে পুস্তক তিনটি প্রকাশ্য লাভ করেছে।

তিনি অল্প ও ওসমানিয়া বিশ্ববিদ্যালয় থেকে

ডি. এস-সি. (Honoris Causa) ডিগ্রী লাভ করেন। তিনি ইণ্ডিয়ান ভাষাভাষা সায়েন্স অ্যাকাডেমির ফেলো এবং এই প্রতিষ্ঠানের প্রাক্তন সহ-সভাপতি। 1970 সালে তিনি উক্ত অ্যাকাডেমি থেকে শান্তিবরণ ভাটনগর পদক লাভ করেন। তিনি ইণ্ডিয়ান অ্যাকাডেমি অব সায়েন্সের ফেলো এবং প্রাক্তন সহ-সভাপতি। তিনি ইনস্টিটিউট অব টেলিকমিউনিকেশনের অনারেরী ফেলো এবং এডমিটক্যাল সোসাইটি অব ইণ্ডিয়ান অনারেরী সদস্য। তিনি বিভিন্ন জাতীয় ও আন্তর্জাতিক (যেমন—ইন্টারন্যাশনাল কাউন্সিল অব সায়েন্সিক ইউনিয়নস—আই. সি. এস. ইউ., ইন্টারন্যাশনাল ইউনিয়ন অব পিওর আণ্ড অ্যাপ্লায়েড ফিজিক্স—(আই. ইউ. পি. এ. পি. এফ্‌ডি) বিজ্ঞান সংস্থার সঙ্গে নানাভাবে যুক্ত।

তিনি প্রায় লাভ বছর ধাবৎ ভারত ইলেকট্রনিক্স-এর চেয়ারম্যান এবং অরুণাচল জন্মে ইলেকট্রন এগোনটিক্স লিমিটেডের চেয়ারম্যান ছিলেন। তিনি দীর্ঘকাল ধাবৎ উক্ত হুট কোম্পানীর ডিরেক্টর ছিলেন। তিনি ভারতে বৈজ্ঞানিক গবেষণা সংস্থা সংক্রান্ত কমিটির সদস্য ও পরে চেয়ারম্যান ছিলেন। তিনি সিবি এবং ইন্টারন্যাশনাল স্পেন্সিফিক কনসালট্যান্টস-এর সদস্য হিসাবে কাজ করেন। এঁরাই রাষ্ট্রপল্ল্যে বহুগণিতের নিকট পেশের জন্মে গাণিতিক ও জীবজাতিক যুক্ত-সংক্রান্ত প্রতিবেদন প্রস্তুত করেছিলেন। 1970 সালে রাষ্ট্রপল্ল্যে ভারতীয় প্রতিনিধিদলের তিনি অল্পতম সদস্য ছিলেন। তিনি বহু স্থান পরিভ্রমণ করেছেন



এবং তাঁর গবেষণার বিষয়বস্তু সম্পর্কে বক্তৃতা প্রদান করেছেন।

**ডক্টর পি. কে. আরেজার**

**সভাপতি—পদার্থবিজ্ঞা শাখা**

টাটা ইনস্টিটিউট অব ফাউন্ডেশনাল রিসার্চে মিউনিখের কিম্ব্রিজে রিসার্চ ওয়ার্কার হিসাবে ডক্টর আরেজার কাজ শুরু করেন এবং 1952 সালে সেখানে থেকে চলে আসেন। বিভিন্ন ক্ষেত্রে, যেমন—সলিড স্টেট কিম্ব্রিজ এবং রিসার্চের কিম্ব্রিজ বিষয়ে উল্লেখযোগ্য গবেষণা করেন। তিনি ডাবা অ্যাটমিক রিসার্চ সেন্টারের (ইসে) কিম্ব্রিজ গ্রুপের ডিরেক্টরের পদে উন্নীত হন। নিউট্রন ক্যাটারিং-এর গবেষণার ক্ষেত্রে তিনি আন্তর্জাতিক ব্যাপ্তিসম্পন্ন ব্যক্তি। ফাউন্ডেশনাল টেকনোলজির উন্নতিবিধানে তাঁর কৃতিত্ব উল্লেখযোগ্য। ভারতের ক্ষুদ্রগতিসম্পন্ন পরমাণু-চুল্লী PURNIMA-র পরিকল্পনা ও নির্মাণে ডক্টর আরেজার এবং তাঁর সহকর্মীদের অবদান বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।

1955 সালে তিনি অ্যাটমিক এনার্জি এক্টারিশমেন্ট-এ (বর্তমানে BARC) যাব এবং ক্যানাডার চক রিভারে অর দিন থাকবার পর ফিরে এসে ইসে গ্রুপের APSARA এবং CIRUS রিসার্চেরে তাঁর নিউট্রন ক্যাটারিং পরীক্ষা শুরু করেন। ইন্টারন্যাশনাল অ্যাটমিক এনার্জি একজেলির উদ্যোগে 1961 সালে বৎসরে অনুষ্ঠিত 'Inelastic Scattering of Neutron' সংক্রান্ত সম্মেলন তাঁরই ব্যবস্থাপনার সুসম্পন্ন হয়। তিনি তাঁর গবেষণার ক্ষেত্রে নতুন ব্যতিক্রম উদ্ভাবন এবং নতুন যন্ত্রপাতিসমূহ নির্মাণ করেছেন। তিনি অনেক গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেছেন। "Thermal Neutron Scattering" শিরক পুস্তকের (অ্যাকাডেমিক প্রেস, 1965) 'Crystal spectrometry' অধ্যায়ের অধিকাংশই তিনি লিখেছেন।

'Mossbauer Spectroscopy' সংক্রান্ত বিষয়েও তিনি কৃতিত্বপূর্ণ গবেষণা করেছেন।

রিসার্চ রিসার্চের ইন্টেলিগেন্সনের ক্ষেত্রে ডক্টর আরেজারের নেতৃত্ব আন্তর্জাতিক মহলে বখাণোগ্য বর্ধনা লাভ করেছে। এশিয়ার বিভিন্ন দেশে গবেষণা গোষ্ঠীর উন্নতিবিধানে ইন্টারন্যাশনাল অ্যাটমিক এনার্জি একজেলী নানা উপলক্ষে তাঁর উপদেশ চেয়েছেন।

Neutron scattering, lattice dynamic, ম্যাগনেটিক এবং রিসার্চ রিসার্চের সংক্রান্ত বিভিন্ন আন্তর্জাতিক সম্মেলনে তিনি উপস্থিত ছিলেন। তিনি পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের অধিকাংশ বৃহৎ পারমাণবিক শক্তি প্রতিষ্ঠান পরিদর্শন করেছেন এবং মুক্তরাষ্ট্র, মুক্তরাষ্ট্র এবং কানাডার বিভিন্ন গবেষণাগারে বক্তৃতা প্রদান করেন। সোভিয়েট রাশিয়ার প্রেরিত প্রতিনিধিদের তিনি সঙ্গত ছিলেন এবং ইন্টারন্যাশনাল অ্যাটমিক এনার্জি একজেলির সভার তিনি ভারতের প্রতিনিধিত্ব করেন।

কালপাকারের রিসার্চ রিসার্চের সেন্টারের ক্ষেত্রে গঠিত প্র্যানিং অ্যাণ্ড কো-অর্ডিনেশন কমিটির তিনি সঙ্গত। তিনি অ্যাটমিক পাওয়ার অথরিটি, রাজস্থান ও মাজারের অ্যাটমিক পাওয়ার বোর্ডের-এর সঙ্গত। তিনি ইন্ডিয়ান অ্যাকাডেমি অব সায়েন্স-এর ফেলো, বোম্বে ও ব্যাকালোর বিশ্ববিদ্যালয়ের বোর্ড অব টাডিজ ইন কিম্ব্রিজ-এর সঙ্গত।

**অধ্যাপক আন. সি. কাপুর**

**সভাপতি—রসায়ন শাখা**

অধ্যাপক কাপুর 1927 সালের 22শে ডিসেম্বর বেরিলীতে জন্মগ্রহণ করেন। কানপুরের বি. এন. কে. হাই স্কুল, ক্রাইস্ট চার্চ কলেজ এবং এলাহাবাদ বিশ্ববিদ্যালয়ে তাঁর শিক্ষাগত করেন। 1946 সালে অধ্যাপক এন. আর. বরের তত্ত্বা-



বদানে তিনি গবেষণা শুরু করেন এবং এলাহাবাদ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে ১৯৪৪ সালে এবং ১৯৫৭ সালে বদায়নে ডি. ফিল এবং ডি. এস-সি ডিগ্রী লাভ করেন।

১৯৪৭-১৯৬১ সাল পর্যন্ত তিনি এলাহাবাদ বিশ্ববিদ্যালয়ে প্রথমে রসায়নের লেকচারার, পরে সহকারী অধ্যাপক হিসাবে কাজ করেন। ১৯৬১ সালে তিনি বোম্বাই বিশ্ববিদ্যালয়ে রসায়নের অধ্যাপক ও বিভাগীয় প্রধান হিসাবে বোলদান করেন। ১৯৭০ সালে তিনি সিনিয়র অধ্যাপকের পদে উন্নীত হন।

সুক্রাট্টের মিনেরোসো। বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপক আই. এম. কলম্বকের গবেষণাগারে polarography সংক্রান্ত কয়েক গবেষণা শুরু করেন। ১৯৫৩-১৯৫৬ সালের মধ্যে আর্মিনো অ্যানিড, পেপ-টাইড এবং প্রোটিনের মধ্যে Sulphydryl-disulphide বিনিময় প্রতিক্রিয়া সম্বন্ধে কৃতিত্বপূর্ণ গবেষণা করেন। ১৯৬২-৬৩ সালে পুনরায় তিনি এক বছরের জন্যে রিসার্চ অ্যাসোসিয়েটে হিসাবে সুক্রাট্টের ওকলাহোমা স্টেট বিশ্ববিদ্যালয়ে (Stillwater) যান।

DME এবং সলিড ইলেক্ট্রোডস-সহ পোলারোগ্রাফি ও ভোল্টামেট্রি এবং বৈদ্যুতিক কন্ডাক্সেন্স অর্ধ-শীলনে তাদের প্রয়োগ, বায়ো-ডাইসালকাইড সিন্টেসিস এবং পরাবর্ত (Reversible) ও অপারাবর্ত (Irreversible) ইলেক্ট্রোড সিন্টেস প্রভৃতি তাঁর গবেষণার ক্ষেত্র।

অধ্যাপক কাপুর বিভিন্ন দেশের বিশ্ববিদ্যালয় ও অত্যন্ত বৈজ্ঞানিক প্রতিষ্ঠানসমূহে আমন্ত্রিত হয়ে বক্তৃতা প্রদান করেন। এসব দেশ হলো—চেকোস্লোভাকিয়া, পোল্যান্ড, সুক্রাভ্যা, জাপান, হংকং, থাইল্যান্ড প্রভৃতি।

সুক্রাট্টের পোলারোগ্রাফিক সোসাইটি, আমেরিকান কেমিক্যাল সোসাইটি, ভাণ্ডার অ্যাকাডেমি অব সায়েন্স (ভারত), ইন্ডিয়ান

কেমিক্যাল সোসাইটি প্রভৃতি প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে তিনি যুক্ত আছেন। কলাম্বিয়ার "Cellulose Chemistry and Technology" জার্নালের উপদেষ্টা পদেও তিনি আছেন। ১৯৬৭ সালে তিনি ইন্ডো-আমেরিকান ডিভিশন অব দি ইন্টারন্যাশনাল ইউনিয়ন অব পিওর অ্যান্ড অ্যাপ্লায়েড কেমিস্ট্রি সহযোগী সভ্য নির্বাচিত হন।

হিন্দী ভাষার বিজ্ঞান প্রচারে তিনি খুব উৎসাহী। তাঁর রচিত হিন্দী পুস্তক পরমাপু বিশ্বকোষ (পরমাপু বিজ্ঞান)-এর ক্ষেত্রে তিনি হিন্দী সাহিত্য সম্মেলনের 'মহলাপ্রসাদ পারিভোজিক' পুরস্কার লাভ করেন। তিনি ১৯৬৭ সাল থেকে ১৯৬২ সাল পর্যন্ত বিজ্ঞান পরিষদের (হিন্দী) সাধারণ সম্পাদক ছিলেন। ভাষাতাত্ত্বিক তিনি দেশ-বিদেশের বিভিন্ন প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট আছেন।

অধ্যাপক আর. পি. বাবা।

সভাপতি—গণিত বিভাগ

আর. পি. বাবা পাতাল বিশ্ববিদ্যালয়ের (চল্লীপঙ্ক) সেক্টর কন অ্যাডভান্সড্ টাচি ইন ম্যাথমেটিক্স-এর অধ্যাপক ও বিভাগীয় প্রধান। তিনি ১৯২৫ সালের ৩০শে সেপ্টেম্বর জন্মগ্রহণ করেন। ১৯৪৫ সালে পাতাল বিশ্ববিদ্যালয় থেকে তিনি এম. এ. ডিগ্রী লাভ করেন। লাহোরে রিসার্চ কলার এবং দিল্লী বিশ্ববিদ্যালয়ে কিছুদিন লেকচারার হিসাবে কাজ করার পর তিনি কেম্ব্রিজে যান এবং ১৯৫০ সালে পি-এইচ. ডি ডিগ্রী অর্জন করেন। ১৯৫২ সালে তিনি কেম্ব্রিজের সেন্ট জন্স কলেজের কেলো নির্বাচিত হন। তিনি প্রিন্সটনের ইনস্টিটিউট কন অ্যাডভান্সড্ টাচি সভ্য (১৯৫২-৫৪), সুক্রাট্টের নোটারডাম (১৯৫৭-৫৮) এবং ওহিও স্টেট (১৯৬৪-৬৫, ৬৭, ৭০, ৭১, ৭২) বিশ্ববিদ্যালয়সমূহের অধ্যাপক/পরিবর্তক অধ্যাপক। তিনি ইউ. ডি. সি. ভাণ্ডার



সেক্টারার। তিনি ইতিহাস ভাষাভাষা সাহেল  
আফ্রিকার কেলো, ইতিহাস ভাষাভাষিক্যাল  
সোসাইটির সম্পাদক (এডিটর) ও সভাপতি।  
জার্মান অব সাধারণ বিজ্ঞান ও ইতিহাস জার্মান  
অব পিতার অ্যাও অ্যাগারেড ভাষাভাষিক্যাল  
সম্পাদকবলীর সভাপতি।

Number Theory বিশেষতঃ Geometry  
of Numbers, Packing and Covering  
and Discrete Geometry সম্পর্কিত গবেষণার  
উপর অবদান উল্লেখযোগ্য।

তিনি বিভিন্ন আন্তর্জাতিক সম্মেলনে অংশ  
গ্রহণ করেছেন এবং তারতর্ক, যুক্তরাষ্ট্র ও যুক্ত-  
রাজ্যের বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ে বক্তৃতা প্রদান  
করেছেন।

Theories of lattice and non-lattice  
coverings সম্বন্ধে তাঁর মৌলিক অবদান—অত্যন্ত  
দেখের গণিতজ্ঞদের গবেষণার অনুপ্রাণিত করেছে।

### ডক্টর এন. টি. ম্যাথিউ

সভাপতি—পরিসংখ্যান শাখা

1915 সালের 23শে নভেম্বর এন. টি. ম্যাথিউ  
কোরালার জন্মগ্রহণ করেন। গণিতে এম. এ.  
পরীক্ষার তিনি শীর্ষস্থান অধিকার করে হুটখর্প-  
পদক লাভ করেন। থোমাস পেন করে মাস্টার  
থেকে এম. এস-সি. এবং ইতিহাস ট্যাটস্টিক্যাল  
ইনস্টিটিউট থেকে আনুশ্রেণীপোষেট্রে পি-  
এইচ. ডি. ডিগ্রী লাভ করেন। মাস্টার্সে তিনি  
বিখ্যাত গণিতবিদ আর. বৈভনাথস্বামী, অর্ধনীতি-  
বিদ্ পি. জে. টমাস এবং পরিসংখ্যানবিদ্ এন.  
এস. আর. পাত্রীর তত্ত্বাবধানে কাজ করেন।  
1937 সালে মাস্টার্সে তিনি হাভার্ড ভাসুর  
ছাপ পরিচালনা সংস্থাও বিষয়ে পরিসংখ্যানগত  
গবেষণা করেন এবং 'সংখ্যা' পত্রিকার উপর  
গবেষণা-পত্র প্রকাশিত হয়।

1940 সালে তিনি ইন্ডিয়ান ট্যাটস্টিক্যাল

ইনস্টিটিউটে বোগদান করেন। অধ্যাপক বহলা-  
নবিশের তত্ত্বাবধানে "Theory and practice of  
large scale sample survey" সম্বন্ধে কাজ  
সূত্র করেন। তিনি বাংলা ও বিহারে, পরে ভাষাভাষা  
ভাষ্যল সার্ভে অব ইন্ডিয়ান উল্লেখযোগ্য কাজ  
করেন। 1969 সালে তিনি ভাষাভাষা ভাষ্যল  
সার্ভে অব ইন্ডিয়ান চীক ডিরেক্টর নিযুক্ত হন।

স্ট্যাটিস্টিক্যাল কোরালাটি কটোল সম্বন্ধে  
ডক্টর ম্যাথিউ কাজ সূত্র করেন। তারতে SQC  
(Society for Quality Control) আন্দোলনে  
তিনি সক্রিয় অংশগ্রহণ করেন। তিনি ইন্ডিয়ান  
সোসাইটি ফর কোরালাটি কটোল এবং অগারেন-  
জাল রিসার্চ সোসাইটি অব ইন্ডিয়ান প্রতিষ্ঠাতা  
সভাপতি। ইতিহাস ট্যাটার্ডন ইনস্টিটিউটনের  
স্থাপনাবধি তিনি এর সঙ্গে যুক্ত এবং এর ভাষ্যলিং  
কমিটির চেয়ারম্যান। তাহাড়াও তিনি আনুশ্রেণী-  
পোষেট্রে, বারোলজিক্যাল অ্যাও জেনেটিক  
ট্যাটস্টিক্স, ডেথোগ্রাফি, সোসাল ট্যাটস্টিক্স,  
ট্যাটস্টিক্স ফর ইকোনমিক প্র্যানিং সম্বন্ধেও  
কাজ করেন।

বর্তমানে ডক্টর ম্যাথিউ সেক্টাল ট্যাটস্টিক্যাল  
অর্গানাইজেশনের ডিরেক্টর, প্র্যানিং কমিশন ও  
তারত সরকারের যুক্ত-সচিবের উপদেষ্টা। তিনি  
কয়েক বছর আদ্য ট্যাটস্টিক্যাল অর্গানাইজেশনের  
ডিরেক্টর এবং ভাষাভাষা ভাষ্যল সার্ভে চীক  
ডিরেক্টর ছিলেন। ইউরোপ, এশিয়া, আমেরিকা  
প্রভৃতি দেশ তিনি পরিভ্রমণ করেছেন এবং  
Quality Control এবং Standardisation  
সম্পর্কিত বিভিন্ন আন্তর্জাতিক সম্মেলনে অংশগ্রহণ  
করেছেন। বর্তমানে তিনি ইউনাইটেড দেশস  
স্ট্যাটিস্টিক্যাল কমিশনে তারতের প্রতিনিধি।

### শ্রী এম. এস. বালসুব্রহ্মণ্য

সভাপতি—ভূগোল ও ভূতত্ত্ব শাখা

1914 সালের 23শে নভেম্বর শ্রীমানসুব্রহ্মণ্য



মাস্ত্রোকে অধ্যয়ন করেন। ১৯৩৫ এবং ১৯৩৭ সালে বথাক্রমে বি. এস সি এবং বি. এস-সি (অনার্স) পরীক্ষায় তিনি প্রথম স্থান অধিকার করেন। ১৯৩৫ সালে কুতুম্বে পারদর্শিতার ক্ষেত্রে রায় বাহাদুর সার্গারন দ্বারা পুরস্কার লাভ করেন।

আসান তৈল কোম্পানীতে এক বছর চাকুরী করার পর ১৯৪০ সালে তিনি জিওলজিক্যাল সার্ভে অব ইণ্ডিয়ায় যোগদান করেন এবং ১৯৫৬ সালে তিনি ডেপুটি ডিরেক্টর জেনারেল পদে উন্নীত হন এবং ১৯৬৭ সালের ২৬শে সেপ্টেম্বর ডিরেক্টর জেনারেলের পদ গ্রহণ করেন।

১৯৪৬ সালে অস্ট্রেলিয়ার বেলমোর বিশ্ববিদ্যালয়ে কুতুম্বে উচ্চশিক্ষার ক্ষেত্রে তাঁকে পাঠানো হয়। ১৯৬৪ সালে পশ্চিম বার্মায়ে অস্ট্রেলিয়ার জিওলজিক্যাল রিসার্চ অ্যান্ড সার্ভেয়ার্স এক্সপ্লোরেশন স্ট্রীক আলোচনা-সভায় তিনি অংশগ্রহণ করেন এবং ১৯৭০ সালে নিউকীল্যাণ্ডে অস্ট্রেলিয়ার রিসেন্ট্রাল স্ট্রীক অ্যান্ড অ্যালোসিয়েটেড সিক্সটিমিটি স্ট্রীক আন্তর্জাতিক আলোচনা সভায়ও তিনি অংশগ্রহণ করেন। ১৯৭০ সালে প্যারিসে এবং ১৯৭২ সালে মন্ট্রিালে অস্ট্রেলিয়ার পৃথিবীর ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র সংক্রান্ত অধিবেশনে তিনি সি. জি. এবং ডাব্লিউ. কন এনিয়ার সহ-সভাপতি হিসাবে যোগদান করেন। ১৯৭২ সালে কুয়ালালমপুরে অস্ট্রেলিয়ার জিওলজিক্যাল টেকটনিক্যাল সার্ভিস-এর কনসাল্টেট প্রুপ বিটিতে যোগদানের ক্ষেত্রে তিনি প্রেরিত হন। ১৯৭২ সালে অগস্ট মাসে ক্যানভারায় মন্ট্রিালে অস্ট্রেলিয়ার আন্তর্জাতিক ভূতাত্ত্বিক কংগ্রেসের ২৪তম অধিবেশনে তিনি ভারতীয় প্রতিনিধিদলের নেতা হিসাবে যোগদান করেন। ত্রিশ বছরেরও বেশী কর্মজীবনে তিনি সিস্টেম্যাটিক জ্যাপিগ, বনিক সন্ধান, ভূতত্ত্ব সন্ধান অধ্যয়ন, ভূগর্ভস্থ জলসমীক্ষা এবং ইন্ডিয়ান জিওলজিক্যাল অধ্যয়ন প্রভৃতি বিষয়ে কাজ করেন।

তিনি আই. ইউ. জি. এস/আই. জি-সি-এর

পৃথিবীর ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র সম্পর্কিত কমিশনের সহ-সভাপতি, ইন্টারন্যাশনাল অ্যালোসিয়েশন অব ইন্ডিয়ান জিওলজিক্যাল কার্যকরী সমিতির প্রতিষ্ঠাতা-সভ্য, ইণ্ডিয়ান জিওলজিক্যাল অ্যালোসিয়েশনের প্রতিষ্ঠাতা-সভ্য ও সভাপতি, জিওলজিক্যাল সোসাইটি অব ইণ্ডিয়ার সহ-সভাপতি, ইণ্ডিয়ান সোসাইটি অব ইন্ডিয়ান জিওলজিক্যাল সভাপতি। এছাড়াও তিনি আরও নানা প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে যুক্ত আছেন।

তিনি ৬০টিরও বেশী গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেছেন।

অধ্যাপক অরুণকুমার শর্মা

সভাপতি—উদ্ভিদবিজ্ঞান শাখা

অধ্যাপক শর্মা ১৯২৪ সালের নভেম্বর মাসে কলকাতার জন্মগ্রহণ করেন। তিনি কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের উদ্ভিদবিজ্ঞান বিভাগের অধ্যাপক ও বিভাগীয় প্রধান। তিনি ১৯৪৮ সাল থেকে সাইটোজেনেটিক্স এবং সাইটোকেমিস্ট্রি সম্পর্কে এক উচ্চশিক্ষিত গবেষক পোজী পক্ষে ছিলেন। ৪০ জন গবেষক-কর্মী যানব-প্রজনন ও উদ্ভিদের বিভিন্ন সমস্যা সম্পর্কে গবেষণারত আছেন। উদ্ভিদের যে কোন অংশের কোষোৎপাদনের বিশেষ গঠন-বিভাগের অঙ্গীকরণের ক্ষেত্রে কয়েকটি নতুন পদ্ধতির উদ্ভাবন বিধানের তাঁর এবং সহকর্মীদের অবদান উল্লেখযোগ্য। উদ্ভিদ-কোষোৎপাদনের রাসায়নিক প্রকৃতি অঙ্গীকরণের ক্ষেত্রে হিসাবে ভারতে তাঁর গবেষণাগারই প্রধান। অধীন উপায়ে প্রকৃত উদ্ভিদের প্রকৃতি সংগঠন সম্পর্কে তাঁর পোজী নতুন ধারণার বিকাশসাধন করে তা সুস্পষ্টভাবে প্রতিষ্ঠা করেন। প্রত্যেক জীবের কোষোৎপাদনের হারিস সম্পর্কিত পুরাতন ধারণার স্থানে এটি পুনঃস্থাপিত হয়েছে। তাঁর পোজী রাসায়নিক উপায়ে পরিণত মিউ-ক্রিয়ান বিভাজনে প্রোটিন পদ্ধতিতে নকন



হয়েছে—কোষের নবতাক্রম্য প্রাপ্তিতে এর ভূমিকা বর্ণিত। পৃথকীকৃত মিউট্রিয়ানের কোমোমোনের প্রকৃতিও তাঁরা বের করেছেন। তাঁর গোষ্ঠীর গবেষকেরা তাঁদের দ্বারা উদ্ভাবিত উন্নত পদ্ধতির সাহায্যে প্রায় সকল এককোষী এবং দ্বিকোষী পরিবারের অবিকাংশের কোমো-কোমের গঠন-বিভাগের অন্বেষণ করেছেন এবং উদ্ভিদের শ্রেণীবিভাগে আনন্দোৎসাহিত করেছেন।

তাঁর “Chromosome Techniques—Theory and Practice” শীর্ষক পুস্তকটি (ডক্টর অ্যানা শর্মা সঙ্গে যৌথভাবে লিখিত) পৃথিবীর সকল গবেষণাগারে আদর্শবাদের পাঠ্য ও তথ্য পুস্তক হিসাবে গণ্য। দেশ-বিদেশের বিভিন্ন পত্রিকার তিনি প্রায় 300 গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেছেন।

ডক্টর শর্মা ইতিহাস ভাষাভাষা সায়েন্স অ্যাকাডেমির ফেলো। তিনি বিভিন্ন সরকারী ও বিশ্ব-বিদ্যালয় সংস্থার সঙ্গে নামাভাবে যুক্ত আছেন। সাইটোলজি সম্পর্কিত আন্তর্জাতিক পত্রিকা ‘The Nucleus’-এর তিনি প্রধান (ডক্টর এ. শর্মা সঙ্গে যৌথভাবে) সম্পাদক। Cytologia (জাপান), Proceedings of the Indian National Science Academy, Science & Culture প্রভৃতি পত্রিকার সম্পাদকমণ্ডলীর তিনি সদস্য। 1958 সালে মন্ট্রিলে, 1963 সালে হেগে এবং 1968 সালে টোকিওতে অহুষ্ঠিত ইন্টারন্যাশনাল কংগ্রেস অব জেনেটিক্স, 1964 সালে ক্রাকভুটে অহুষ্ঠিত ইন্টারন্যাশনাল কংগ্রেস অব সাইটো. অ্যান্ড হিষ্টোকেমিস্ট্রি, 1963 সালে Seattle-এ অহুষ্ঠিত ইন্টারন্যাশনাল বটানিক্যাল কংগ্রেসে এবং 1967, 70 সালে অক্সফোর্ডে অহুষ্ঠিত কোমোমোম সন্মেলনে তিনি অংশগ্রহণ করেছেন। 1968 সালে কলকাতায় তিনি আন্তর্জাতিক কোমোমোম সন্মেলন আহ্বান করেন। 1967

সালে তিনি জীববিজ্ঞানে শান্তিচরণ ভট্টাচার্য পদক পুঙ্খানুপান। 1972 সালে তিনি বিশ্ববিদ্যালয় বহুদূরী কবিশনের কেন্দ্রে পদ এবং 1973-74 সালের মধ্যে বিশ্ববিদ্যালয় বহুদূরী কবিশনের ভাষাভাষা লেকচারারের পদ লাভ করেন।

### ডক্টর অশোক ঘোষ

সভাপতি—প্রাণিবিজ্ঞান ও কীটতত্ত্ব শাখা

ডক্টর ঘোষ 1927 সালের 20শে জানুয়ারী জামালপুরে (বর্তমানে বাংলা দেশ) জন্মগ্রহণ করেন। 1948 সালে তিনি কলকাতা বিশ্ব-বিদ্যালয় থেকে প্রাণিবিজ্ঞান এম.এস-সি পরীক্ষার উত্তীর্ণ হন। কামাটার ম্যাকসিম বিশ্ববিদ্যালয় থেকে তিনি পরীক্ষাসংস্থানবিজ্ঞান এম.এস-সি ডিগ্রী এবং 1955 সালে কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পি-এইচ. ডি ডিগ্রী লাভ করেন।

কলকাতার বহুবানী কলেজে প্রাণিবিজ্ঞান লেকচারার (1950-1952) ক্যানিকোপিয়া বিশ্ব-বিদ্যালয়, ডেভিন-এ জুনিয়র পেনিয়ারালিস্ট (পতঙ্গাঙ্গন) 1953, ম্যাকসিম বিশ্ববিদ্যালয়ে (মন্ট্রিল) প্রাণিকর্ম ও গবেষণা সহকারী (1954-1955), কলকাতার বেঙ্গল ডেটাইনমেন্ট কলেজে হিষ্টোকেমিস্ট্রি সহ-অধ্যাপক (1955-1956) হিসাবে তিনি কাজ করেন। 1957 সালে তিনি কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে প্রাণিবিজ্ঞান লেকচারার হিসাবে যোগদান করেন। 1971 সালে তিনি প্রাণিবিজ্ঞান বিভাগের নিয়োগিত হন। ডক্টর ঘোষের প্রধান উৎসাহ পাবীর এন্ডোক্রাইনোলজি এবং হিষ্টোকেমিস্ট্রি সম্পর্কিত গবেষণায়। পাবীর অ্যান্ড্রোলজির হিষ্টোকেমিস্ট্রি ও গবেষণার উপর অবদান উল্লেখযোগ্য। অ্যান্ড্রোলজিক্যাল কোমোমোম, হর্মোন্স কন্ট্রোল অব দি কন্ট্রোল টিউ, কাইলোজেনেটিক রিলেশনশিপ অব অ্যান্ড্রোলজি-হর্মোন প্রভৃতির সমস্ত সম্পর্কে ডক্টর ঘোষ বিশেষভাবে দৃষ্টি দিয়েছেন। তাঁর



পবেষণার কর্মসূচী বিবিসিভাসর বহুদী কনিশম, নিম্ন ও বিজ্ঞান পবেষণা পর্বৎ ( সি. এস. আই, আর ), ইতিহাস কাউন্সিল অব বেডিক্যাল রিসার্চ সর্ব্বন করেছেন। স্বল্প-বিদেশের বিভিন্ন পত্র-পত্রিকা উত্তর ঘোষ ও তাঁর সহযোগীরা এক-স'-এরও বেশী পবেষণা-নিবন্ধ প্রকাশ করেছেন।

হিষ্টোকেমিক্যাল সোসাইটির ৫ম বার্ষিক অধি-বেশনে ( আটলান্টিক সিটি, ১৯৫৪ ), বোডুশ আন্তর্জাতিক প্রাণিবিজ্ঞা কংগ্রেসে ( ওরালিওন, ডি. সি, ১৯৬৩ ), 'কম্প্লেক্সিট এণ্ডোক্রাইনোলজী' সম্পর্কিত আন্তর্জাতিক আলোচনা-চক্র ( আইসো, জাপান-১৯৬১ ), ( নতুন দিল্লী ১৯৫৭ ) এবং পঞ্চদশ আন্তর্জাতিক পক্ষী-বিজ্ঞান কংগ্রেসে ( বেগ-১৯৭০ ) তিনি অংশগ্রহণ করেন। ইট-রোপীয়ান সোসাইটি কর কম্প্লেক্সিট এণ্ডো-ক্রাইনোলজি-র তিনি বৈদেশিক সভ্য। ১৯৬২-৬৩ সালে তিনি ভারতীয় বিজ্ঞান-কংগ্রেসের অধিবেশনের প্রাণিবিজ্ঞার সেকর্ডার ছিলেন। ১৯৬১ সালে ক্যানিকোপিয়া বিবিসিভাসরে ( বার্সেলে ) তিনি ডিজিটিং অ্যান্ডিটোটি রিসার্চ এণ্ডোক্রাইনোলজি ছিলেন। সম্প্রতি তিনি Gegaca International Institute of Comparative Endocrinologists-এ ( নাইরোবি, কেনিয়া ) পেট কোলাবোরেটর হিসাবে আমন্ত্রিত হন। তিনি এককোণর কাউন্সিল ইনুইপবেট প্র্যাট ( ১৯৬২ ) এবং পপুলেশন কাউন্সিল ( ইট, এস. এ ) বুক অ্যাণ্ড ইনুইপবেট অ্যাওয়ার্ড ( ১৯৬৬ ) লাভ করেন।

### ডক্টর প্রবোধকুমার ভৌমিক

সভাপতি—বৃত্তব ও প্রকৃতব শাখা

ডক্টর প্রবোধকুমার ভৌমিক ( জন্ম-১৯২৯ ) বর্তমানে কলিকাতা বিবিসিভাসরে বৃত্তব বিভাগের সীতার। তাহাছাও তিনি কল্যাণী বিবিসিভাসরে সনাক্তবিজ্ঞা বিভাগের সচক সংগঠি আছেন।

বেদিনিপুর জেলায় ( পশ্চিমবঙ্গ ) তাঁর বাড়ী। বেদিনিপুর জেলায় তিনি জাতীয় বিভাগরে শিক্ষা-লাভ করেন। বিভাগরে পাঠ্যাবধায় তিনি ১৯৪২ সালের আবীনতা আন্দোলনে সক্রিয় অংশগ্রহণ করেন। এর কলে তিনি তিন বছর সশ্রব কারাগারে বসিত হন। ১৯৪৫ সালে তিনি সশ্রবানে প্রবেশিকা পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন। ১৯৪৭ সালে বৃত্তব অনার্সসহ বি. এস-সি এবং ১৯৫১ সালে কলিকাতা বিবিসিভাসরে থেকে এম. এস-সি পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন। তিনি কলিকাতা বিবিসিভাসরে থেকে ১৯৫৭ এবং ১৯৬৭ সালে বৃত্তব বধাকমে ডি-ফিল এবং ডি. এস-সি ডিগ্রী লাভ করেন। কলিকাতা বিবিসিভাসরে থেকে এপর্যন্ত তিনিই একমাত্র সাধারিক বৃত্তব ডি. এস-সি ডিগ্রী লাভ করেছেন। ১৯৫২-১৯৬২ সাল পর্যন্ত তিনি বজ্রাসী কলেজে বৃত্তব বিভাগের অধ্যাপক ছিলেন। ডক্টর ভৌমিকের বৃত্ত, তাহতবর্ষের জনসাধারণের অধ্যায় উন্নতি-বিধানে এই দেশের সমাজ-বিজ্ঞানীদের দায়িত্ব আছে। তিনি লোখা উপজাতিদের সন্ধে অহুসঙ্ঘান চালান। এক সময়ে লোখারা অপরাধ-প্রবণ উপজাতি হিসাবে পরিগণিত হতো। এই অহুসঙ্ঘানের কলে লোখাদের এবং সমাজাতীয় অস্তিত্ব উপজাতির গোত্রি প্রতি সরকারের এবং সাধারণ-তায়ে জনসাধারণের মনোভাবের পরিবর্তন ঘটে। ডক্টর ভৌমিক লোখা এবং সমাজাতীয় অস্তিত্ব উপজাতির গোত্রি লোকেদের উন্নতিবিধানের কাজে রত আছেন। এই উদ্দেশ্য সাধনে তিনি ১. বেদিনিপুরের দায়ারপগড়ের বিদ্যালয় সমাজ সেবক সম্ম ২. ইনস্টিটিউট অব সোসাল রিসার্চ অ্যাণ্ড অ্যান্টিয়েড অ্যাডোপশন ( কলিকাতা বিব-বিভাগরে এর মূল কার্যালয় ) ও ৩. সংস্কৃতি পরিদপ দায়ে—তিনটি বৈজ্ঞানিক প্রতিষ্ঠান সংগঠন করেন।

তিনি এক-স'-এরও বেশী পবেষণা-পত্র বিভিন্ন



পত্র-পত্রিকায় প্রকাশ করেছেন। *Lodhas of West Bengal, Four Midnapore Villages, Occupational Mobility and Caste Structure in West Bengal, Socio-Cultural Profile of Frontier Bengal* প্রভৃতির তিনি রচয়িতা। তিনি বাংলা ভাষায় একজন স্নেহক এবং সমাজ-বিজ্ঞান ও নৃতত্ত্বের বাংলা পরিভাষা রচনার সচেষ্ট। ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ ও তারভ্রমকোষে তাঁর প্রবন্ধাদি প্রকাশিত হয়েছে। তাঁর সুযোগ্য তত্ত্বাবধানে একদল নবীন সমাজ-বিজ্ঞানী বর্তমানে গবেষণারত আছেন।

অধ্যাপক পি এম. ওয়াহি

সভাপতি—চিকিৎসা ও পশু-চিকিৎসা শাখা

অধ্যাপক ওয়াহি লক্ষ্যের কিং জর্জেস মেডি-ক্যালি কলেজের স্নাতক। তিনি লক্ষ্যে ও লক্ষনে তাঁর আত্মকোত্তর শিক্ষাপ্রাপ্ত করেন। তিনি রয়্যাল কলেজ অব প্যাথোলজিস্ট (লণ্ডন), ইণ্ডিয়ান অ্যাকাডেমি অব মেডিক্যাল সায়েন্স, ইন্টারন্যাশনাল অ্যাকাডেমি অব সাইটোলজি ও ভ্রূশঙ্কাল অ্যাকাডেমির প্রতিষ্ঠাতা-কেন্দ্র এবং রয়্যাল কলেজ অব কিলিসিয়ানস (লণ্ডন)-এর কেন্দ্র। ইণ্ডিয়ান কাউন্সিল অব মেডিক্যাল রিসার্চে যোগদানের পূর্বে তিনি আশ্রা বিশ্ব-বিদ্যালয়ের উপাচার্য ছিলেন।

চিকিৎসা বিষয়ক শিক্ষা ও প্যাথোলজি, বিশেষতঃ ক্যান্সার সংক্রান্ত গবেষণায় তিনি প্রধানতঃ উৎসাহী। তিনি ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন ফর দি অ্যাডভান্সমেন্ট অব মেডিক্যাল এডুকেশনের সভাপতি, বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা, চিকিৎসা বিষয়ক শিক্ষাসংক্রান্ত বিশেষজ্ঞ মণ্ডলীর সভ্য। 1970 সালে তিনি ডেমিটার অফিটিভ বিশ্ব স্বাস্থ্য স্তম্ভের একটি আলোচনা অধিবেশনের চেয়ারম্যানরূপে আমন্ত্রিত হন।

ক্যান্সার সম্বন্ধীয় তাঁর গবেষণা আন্তর্জাতিক-

সহলে স্বীকৃত। সুখের ক্যান্সার বিষয়ক ইন্টার-ন্যাশনাল সেকায়েন্স সেন্টারের তিনি প্রধান ছিলেন। সুখের টিউমারের তালিকাভরণ সম্বন্ধে তিনি একটি বনোপ্রাক প্রকাশ করেছেন। তিনি সার্ভেটিক্যাল কাউন্সিল, ইন্টারন্যাশনাল ইউনিয়ন এগেইন্সট ক্যান্সারের সভ্য, ইন্টারন্যাশনাল একেলি ফর ক্যান্সার রিসার্চের ডাইন-চেয়ারম্যান।

1970 সালে তিনি পদ্মভূষণ উপাধি এবং 1964 সালে কলকাতায় তিনি ডেবজ্ঞে নেতি ব্রহ্মচারী বীভারশিপি লাভ করেন। তিনি সার মীলরডন সরকার স্মৃতি বক্তৃতা (1964), ইণ্ডিয়ান অ্যাকাডেমি অব মেডিক্যাল সায়েন্সের অ্যাকাডেমি বক্তৃতা (1957), ডাঃ সুবোধ দিব্য এবং অরুণ সুবর্ণা স্মৃতি বক্তৃতা (1969), ক্যান্সার বিষয়ে সাহেব সিং সোথ এবং ডাঃ শান্তিলাল শেঠ বক্তৃতা (1970), চিকিৎসা-বিষয়ক শিক্ষা বিষয়ে ভট্টর কবলা তিতিসিদ্ধ বক্তৃতা (1970), 4র্থ আন্তর্জাতিক সাইটোলজি কংগ্রেসে (লণ্ডন, 1971) বক্তৃতা প্রদান করেন।

1971 সালে স্বাক্ষরে ইণ্ডিয়ান ভ্রূশঙ্কাল সায়েন্স অ্যাকাডেমির বিষয়বস্তু চোপরা লেকচারারশিপি, ক্যান্সার বিষয়ে গবেষণার ক্ষেত্রে ভ্রূশঙ্কাল পুরস্কার, ইণ্ডিয়ান অ্যাকাডেমি অব সাইটোলজির বর্ষপত্রক তাঁকে প্রদান করা হয়।

অধ্যাপক ওয়াহি চিকিৎসা-বিষয়ক শিক্ষা ও গবেষণা সম্বন্ধে প্রায় 300-এর বেশী মৌলিক বিষয় প্রকাশ করেছেন।

ডক্টর এম. জে. বিরুমানাচার

সভাপতি—কৃষি-বিজ্ঞান শাখা

ডক্টর এম. জে. বিরুমানাচার 1914 সালের 22শে সেপ্টেম্বর ব্যাংকালোরে জন্মগ্রহণ করেন। তিনি বহীশ্বর বিশ্ববিদ্যালয় থেকে উদ্ভিদবিজ্ঞান এম. এস-সি এবং হাইকোলজিতে ডি. এল-সি



ভিত্তি লাভ করেন। 1946 সালে তিনি উইস্কনসিন বিশ্ববিদ্যালয়ে গ্লাস্কে প্যাথোলজি সন্থে কাজ করেন এবং সেখান থেকে ডক্টর অব ফিলোসফি ডিগ্রী অর্জন করেন। 1947 সালে যুক্তরাষ্ট্র থেকে বেপে প্রত্যাগমনের পর বেনারস হিন্দু বিশ্ববিদ্যালয়ে বাইকোলজি ও গ্লাস্কে প্যাথোলজির অধ্যাপক নিযুক্ত হন। 1951 সালে তিনি কেন্দ্রীয় সরকারের পোষ্টাটো রিসার্চ ইনস্টিটিউটে (পাটনা, বিহার) বোগদান করেন। 1953 সালে তিনি শিম্ভির হিন্দুতান অ্যাক্টিভায়ো-টিজে মুখা সাইকোলজিট হিসাবে বদলী হন এবং 1958 সাল থেকে তিনি ঐ সংস্থার রিসার্চ সুপারিন্টেন্ডেন্টের পদে আসীন হন।

সাধারণ বাইকোলজি, বেডিক্যাল ও ইণ্ডা-স্ট্রিয়াল বাইকোলজি, গ্লাস্কে প্যাথোলজি ও প্যাথোসাইটোলজি প্রভৃতি তাঁর গবেষণার বিষয়-ভূত। তাঁর অনেক গবেষণা-পত্র বর্ষায় অধ্যাপক এম. জে. নরসিংহ ও ডক্টর বি. বি. হাওকরের সঙ্গে যৌথভাবে প্রকাশিত হয়েছে। যেট প্রকাশিত 390টি গবেষণা-পত্রে 25টি নতুন গণ ও 350টি নতুন প্রকারের কথা প্রকাশিত হয়। উভয়ের রোগ ও নির্যাস (অ্যাক্টিভায়োটিক প্রয়োগে) বিষয়ে তাঁর গবেষণা উল্লেখযোগ্য।

তিনি ইতিহাস ভাষাতত্ত্ব সায়েন্স অ্যাকাডেমি ও ইতিহাস কাইটোপ্যাথোলজিক্যাল সোসাইটির কেন্দ্র। তিনি দু-বার ইতিহাস কাইটোপ্যাথোলজি-ক্যাল সোসাইটির সভাপতি নির্বাচিত হয়েছিলেন। ইন্টারন্যাশনাল বটানিক্যাল কংগ্রেসের (বস্টন, ক্যানাডা-1959 এবং মিরাস্টোন, ইউ.এস.এ-1969) সহ-সভাপতি এবং আন্তর্জাতিক বাই-কোবায়োলজিক্যাল কংগ্রেসের (বস্টন, 1952 এবং টোকিও, 1959) চেয়ারম্যান হিসাবে কাজ করেন। তাছাড়াও তিনি অত্যন্ত আন্তর্জাতিক কংগ্রেস অধিবেশনেও অংশগ্রহণ করেন। বর্তমানে তিনি হিন্দুতান অ্যাক্টিভায়োটিক স্কলারশিপ প্রদান

সম্পাদক এবং অ্যাপারেন্ট বাইকোবায়োলজি (ইউ.এস.এ), অ্যাক্টিভায়োটিক ইন্টারন্যাশনাল জার্নাল (জাপান), Sydowia Annales Mycologici (জিমনা), ইতিহাস কাইটো প্যাথো-লজি, ইতিহাস জার্নাল অব এক্সপেরিমেন্টাল বাইকোলজির সম্পাদক বর্তমানে আছেন। 1967 সালে তিনি শান্তিপুর জাতীয় পুরস্কার এবং জুজুরাল হোরা পদক লাভ করেন।

ডক্টর এস.কে.মুখার্জী

সভাপতি—শান্তিপুর শাখা

ডক্টর মুখার্জীর ছাত্রজীবন বরাবরই কৃতিত্বপূর্ণ। 1950 সালে কলিকাতার স্কুল অব ইমিক্যাল মেডিসিনে ডার্মাটোলজি রিসার্চ কেন্দ্র হিসাবে তিনি বোগদান করেন। এরপর তিনি মেডিক্যাল কলেজে শারীরবিজ্ঞানের লেকচারার হিসাবে কাজ করেন এবং 1954 সালে স্কলার শেপ্টাল ড্রাগ রিসার্চ ইনস্টিটিউটে বোগদান করেন। Reversal of experimental alloxan diabetes-এ প্যানক্রিয়েটিক এজেন্ট ও ডায়েট ক্রমিক সন্থে মূল্যায়ন গবেষণা করেন এবং এরূপ বিপর্যয়ের হিষ্টোলজি সংক্রান্ত প্রমাণ প্রদর্শন করেন। 1957 সালে ডক্টর মুখার্জী কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের থেকে বিজ্ঞানে ডি. ফিল ডিগ্রী লাভ করেন। ঐ সালেই তাঁকে কলকাতা গ্রান্ড কলোনিয় প্রদান করা হয় এবং টরেন্টো বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপক সি. এইচ. বের্টের (এক-আর-এস) তত্ত্বাবধানে তিনি ডার্মাটোলজি এবং ক্রিমিক্যাল এন্ডোক্রাইনো-লজি সন্থে গবেষণা করেন। বিশেষে বাবার আগে এবং প্রত্যাগমনের পরে ভারতে প্রাপ্ত উপদান (পাছ-পাছড়া বা শিহেটিক) সম্বন্ধে সেবনযোগ্য ডার্মাটোলজি প্রতিরোধক পদার্থ প্রভৃতির বিষয়ে অগ্রদূতের চালায়। সম্মতি তিনি ও তাঁর সহযোগীরা সেবনযোগ্য হাইপোথ্রাইসমিক রোগ



(Quinazolone) প্রস্তুত করেন এবং এই সম্বন্ধে বিস্তৃত গবেষণা চালান।

ডায়াবেটিস সম্বন্ধে তাঁর অধ্যয়নকাল কল 1954 ও 1970 সালের ইন্টারন্যাশনাল কংগ্রেস অব ডায়াবেটিস কেভারেন্সনে প্রেরিত হয় এবং প্রকাশ্যে প্রকাশিত করে। 1965 সালে তিনি আমেরিকার ডায়াবেটিস অ্যাসোসিয়েশনের সভাপতি পদ লাভ করেন এবং সেন্টাল ডায়াগনিস্টিক ইনস্টিটিউটের এক্সপেরিয়েন্সিয়াল মেডিসিন ডিভিশনে ক্লিনিকাল ট্রেনিং ইন্সটিটিউটের একটি বিভাগীয় গোষ্ঠীকে অধ্যাপিত করেন। তিনি আই. সি. এম. আর. এর কয়েকটি গবেষণা প্রকল্পের তত্ত্বাবধান করেন। ডক্টর মুখার্জি ইন্ডিয়ান জার্নাল অব ফিজিওলজির সম্পাদকমণ্ডলীর সভাপতি এবং বিভিন্ন জার্নালের রেকর্ডার। তিনি ইন্ডিয়ান ট্যাগার্ডস ইনস্টিটিউশন (আই-এস-আই)-এর এ. এফ. ডি. সি-30 উপ-সমিতির সভাপতি।

তিনি দেশ-বিদেশের জার্নালে 60টি গবেষণাপত্র প্রকাশ করেছেন। বর্তমানে তিনি এক্সপেরিয়েন্সিয়াল মেডিক্যাল ডিভিশনের প্রধান হিসাবে কাজ করেছেন।

### অধ্যাপক বি. কৃষ্ণান

সভাপতি—মনস্তত্ত্ব ও শিক্কা-বিজ্ঞান শাখা

অধ্যাপক কৃষ্ণান 1917 সালের অক্টোবর মাসে বহীপুরে জন্মগ্রহণ করেন। তিনি বহীপুর বিশ্ববিদ্যালয় ও মিনেসোটা বিশ্ববিদ্যালয়ে (যুক্তরাষ্ট্র) শিক্ষাপ্রাপ্ত করেন। তিনি বহীপুর বিশ্ববিদ্যালয়ের মনস্তত্ত্বের সিনিয়র অধ্যাপক। 1942 সালে তিনি মনস্তত্ত্বের লেকচারার হিসাবে কাজে যোগ দেন। আট বছর বাবে তিনি মনস্তত্ত্বের সহকারী অধ্যাপক নিযুক্ত হন। 1958 সালে তিনি মনস্তত্ত্বের হীডার হন। 1962 সাল থেকে তিনি মনস্তত্ত্বের অধ্যাপক হিসাবে আন্তর্জাতিক বিভাগ পরিচালনা করেছেন।

বিভাগের ভারপ্রাপ্ত হবার পরেই তিনি প্রাচীনতম সম্বন্ধে গবেষণা পরিচালনার ক্ষেত্রে বিশ্ববিদ্যালয় বহুতী কমিশনের সহায়তায় জীব-মনস্তত্ত্ব গবেষণাগার স্থাপন এবং তাঁর ও উন্নতিবিধান করেন। তাছাড়াও বর্তমান বিভাগের সম্প্রদায়ের মূল্যে তাঁর কৃতিত্ব আছে। তিনি তিনটি মনস্তাত্ত্বিক পরীক্ষার মান নির্ণয় করেন—1. স্বভাবের পরিমাপ, 2. ব্যক্তির নিয়ন্ত্রণ, 3. কলেজ পর্যায়ে ছাত্রদের অস্থিরতা-অধ্যয়নের পরিমাপ। দেশের বিভিন্ন মনস্তাত্ত্বিক পরীক্ষাগারে এই তিনটি পরীক্ষা-পদ্ধতি অদ্বন্দ্বিত হতেছে। সাইকোলজিক্যাল ট্যাগার্ডস নামক গবেষণা-পত্রিকার তিনি প্রতিষ্ঠাতা-সম্পাদক। তিনি বহীপুর মনস্তাত্ত্বিক সমিতির প্রতিষ্ঠাতা-সভাপতি এবং নিখিল ভারত মৃতি ও শিকাগো পরিচালন সমিতির প্রতিষ্ঠাতা-সম্পাদকের মধ্যে অন্যতম ছিলেন।

তিনি ইন্ডিয়ান অ্যাকাডেমি অব সোসায়াল সাইকোলজির সভাপতি ছিলেন। তিনি মনস্তাত্ত্বিক শব্দাবলীর বৈজ্ঞানিক পরিভাষা রচনার কাজেও ব্যাপৃত ছিলেন। তিনি কানাডা ভাষার মনস্তত্ত্ব বিষয়ক বৈজ্ঞানিক পরিভাষা রচনা করেন এবং বহীপুর বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃক সেটি প্রকাশিত হয়। তিনি ইন্ডিয়ান কাউন্সিল অব সোসাল সায়েন্স রিসার্চ-এর সঙ্গে সংশ্লিষ্ট আছেন। এম. সি. ই. আর. টি-র (নতুন দিল্লী) পরীক্ষণ, পরিচালনা, পরিমাপ ও মূল্য নির্ধারণ বিষয়ক পরামর্শদাতা হিসাবে কাজ করেছেন। অধ্যাপক কৃষ্ণান অনেক গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেছেন। মনস্তত্ত্ববিষয়ক বিভিন্ন পত্রিকার সম্পাদকীয় কমিটিতে তিনি আছেন। তাঁর তত্ত্বাবধানে অনেক গবেষণা পরিচালিত হচ্ছে।

### ডক্টর জি. আর. ভদ্রনিবাস

সভাপতি—ইঞ্জিনিয়ারিং ও বায়ুবিজ্ঞান শাখা

ডক্টর ভদ্রনিবাস 1904 সালের 21শে



জাহ্নবী কর্মপ্রবণ করেন। এলাহাবাদ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে ১৯২৬ সালে পদার্থবিজ্ঞান এম. এস-সি পরীক্ষার উত্তীর্ণ হন। পরলোকগত অধ্যাপক এম. এম. সাহাব (এক. আর. এস) তত্ত্বাবধানে তিনি গবেষণা করেন। ১৯২৭ সাল থেকে ১৯৪৫ সাল পর্যন্ত তিনি এলাহাবাদ বিশ্ববিদ্যালয়ে শিক্ষাদানে রত থাকেন এবং ১৯২৭ সালে রেডিও রিসার্চ লেবরেটরির প্রতিষ্ঠা কাল থেকেই তিনি এটিকে সংগঠিত করেন। ১৯৩৬ সালে ডক্টর অব সায়েন্স ডিগ্রী লাভ করেন। আরনো-ফারার, স্পেকট্রোস্কোপি ও এক্স-রে সম্বন্ধে তিনি প্রায় ২৫টি গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেন। আরন-ফারারের ক্ষেত্রে তাঁর উল্লেখযোগ্য কৃতিত্ব হচ্ছে— রেডিও তরঙ্গের ত্রয়ী বিকিরণের (Triplet splitting) পরীক্ষামূলক আবিষ্কার।

তিনি ১৯৩৮ সালে ইনস্টিটিউট অব রেডিও ইঞ্জিনিয়ার্সের (নিউইয়র্ক) পূর্ণ সদস্য এবং ১৯৪৩ সালে ইনস্টিটিউট অব ইলেকট্রিক্যাল অ্যান্ড ইলেকট্রনিক ইঞ্জিনিয়ার্সের (নিউইয়র্ক) সিনিয়র এবং ১৯৭২ সালে আজীবন সদস্য নির্বাচিত হন। ১৯৪৩ সালে তিনি ভাণ্ডার ইনস্টিটিউট অব সায়েন্সের (বর্তমানে ইন্ডিয়ান ভাণ্ডার সায়েন্স অ্যাকাডেমি)

কেন্দ্রে নির্বাচিত হন। ১৯৪৫ সালে তিনি ভারতের আবহাওয়া বিভাগে আবহাওয়াতত্ত্ববিদ হিসাবে যোগদান করেন। ১৯৪৫-৪৬ সাল পর্যন্ত তিনি এই বিভাগের দ্বিতীয় গবেষণাগার ও কারখানার ভারপ্রাপ্ত ছিলেন। পরে তিনি এই বিভাগের ডুকম্পন বিষয়ক কাজের ভারপ্রাপ্ত হন। তাঁর চাকুরীর শেষভাগে তিনি কোম্বাইকানালের চৌধক মানবদ্বিরকে পুনরায় চালু করেন। এটি অনেক বছর ধাবৎ বন্ধ ছিল।

১৯৪৮ সালে তিনি সরকারী চাকুরী পরিত্যাগ করে বৈজ্ঞানিক ব্যপারটির ব্যবসায় লুপ্ত করেন। তিনি ডসনিবাল ব্রাদার্স প্রাঃ লিঃ-এর পরিচালক-মণ্ডলীর চেয়ারম্যান এবং ডসনিবাল ইন্ডাস্ট্রিজ প্রাঃ লিঃ-এর ম্যানেজিং ডিরেক্টর। তিনি অল ইন্ডিয়া ইনস্ট্রুমেন্টস ম্যাথক্যাচচারিস অ্যান্ড ডীলার্স অ্যাসোসিয়েশনের (১৯৬৫-৬৭) এবং আজমীর ইঞ্জিনিয়ার্স অ্যাসোসিয়েশনের (১৯৬৯-৭০) সভাপতি ছিলেন। তিনি এখন ইনস্টিটিউশন অব টেলিকমিউনিকেশন ইঞ্জিনিয়ার্সের সভাপতি (১৯৭২)। তাছাড়াও তিনি বিভিন্ন সমিতি ও সংস্থার সঙ্গে সংশ্লিষ্ট আছেন।



# জৈব যৌগের কাঠামো নির্ণয়ে ভরবর্ণালীমিতি

কালীপত্নী মুখোপাধ্যায়\*

পূর্ববর্তী প্রবন্ধে<sup>১</sup> তথ্যসমূহ উল্লেখ করা হয়েছিল যে, ধনাত্মক আয়নের স্থায়িত্বের উপর আণবিক আয়নের উৎপত্তি ও তার বণ্টনকরণ নির্ভর করে এবং ধনাত্মক আয়নের স্থায়িত্ব যৌগের কাঠামো ও বিভিন্ন পরিবর্তনগুলোর অবস্থানের উপর নির্ভরশীল; অর্থাৎ আয়নের উৎপত্তি ও তার বণ্টনকরণ বিবেচনাবীন জৈব যৌগের জ্যামিতিক গঠনের উপর নির্ভরশীল। যৌগের জ্যামিতিক গঠন আণবিক আয়নের উৎপত্তি ও তার বণ্টনকরণ প্রক্রিয়াকে ঠিক কিভাবে প্রত্যাধিষ্ট করতে পারে, তারই বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে বর্তমান প্রবন্ধে।

জৈব যৌগের বণ্টনকরণ<sup>২</sup> প্রধানত: দু-ভাবে ঘটেতে পারে—

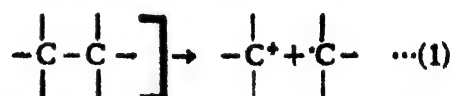
(ক) সরল বণ্টনকরণ : এই ধরনের বণ্টনকরণে তথ্যসমূহ এক বা একাধিক বস্তু বণ্টিত হয়, কিন্তু বণ্টনকরণ চলাকালীন বিবেচনাবীন যৌগের বা তার কোন বণ্টিত অংশের কোন রকম পুনর্বিভাস ঘটে না।

(খ) জটিল বণ্টনকরণ : এই বণ্টনকরণ প্রক্রিয়ার এক বা একাধিক বস্তু ভাঙবার সঙ্গে সঙ্গে পরীক্ষাবীন যৌগটির বা তার কোন বণ্টিত অংশের পুনর্বিভাস ঘটে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে, সরল ভরবণ্টনকরণ প্রক্রিয়ার ভরবণ্টনের উৎপত্তির ব্যাখ্যা করা খুব একটা কঠিন নয়, কিন্তু বণ্টনকরণের সঙ্গে সঙ্গে পুনর্বিভাস ঘটলে ভরবণ্টনের উৎপত্তি ব্যাখ্যার বেশ জটিলতা দেখা দিতে

পারে এবং সে ক্ষেত্রে পরীক্ষাবীন যৌগের জ্যামিতিক গঠন সম্পর্কে স্থির সিদ্ধান্তে পৌঁছানো বেশ কষ্টসাধ্য ব্যাপার। অতএব জৈব যৌগের ভরবর্ণালী বিশ্লেষণের পূর্বে বিভিন্ন প্রকার বণ্টনকরণ প্রক্রিয়া এবং সেগুলির উপর কাঠামোর সঠিক প্রত্যয় সম্পর্কে সচেতন থাকা একান্ত প্রয়োজন। সাধারণত: নিম্নবর্ণিত প্রক্রিয়াগুলি ভর বর্ণালীমিতিতে প্রায়শ:ই লক্ষ্য করা যায়।

## ছুই কার্বন পরমাণুর সম্বন্ধিত সম্পৃক্ত বণ্টনের বণ্টনকরণ

ছুই কার্বন পরমাণু সম্পৃক্ত বা সিগ্‌মা বণ্টনের সাহায্যে সংযুক্ত থাকলে সেই বণ্টনের বিভাজনের ফলে কার্বনিয়াম আয়ন তৈরি হয় (সমীকরণ-১)



এখানে উল্লেখযোগ্য যে, কোন যৌগে একাধিক সিগ্‌মা বণ্ট থাকলে (বা অধিকাংশ জৈব যৌগে থাকে) সাধারণত: সেই বণ্টটিই বণ্টিত হয়— যেটির ভাঙবার কালে তুলনাসম্পূর্ণভাবে সবচেয়ে স্থায়ী ও শক্ত কার্বনিয়াম আয়ন তৈরি হবার সম্ভাবনা বেশী। উদাহরণস্বরূপ হেক্সাডেকেন জৈব যৌগগুলির ভরবর্ণালীর উল্লেখ করা যেতে পারে। এই জৈব যৌগ ২ এবং ৩য় যৌগে অনেকগুলি সিগ্‌মা বণ্ট থাকে। সত্ত্বেও চিহ্নিত স্থানেই বণ্টনকরণ ঘটে, যার কালে ২য় যৌগের ভরবর্ণালীর m/e ৪৫ ও m/e ১৬৭ স্থানে এবং ৩য় যৌগের ভরবর্ণালীর m/e ১৪১ স্থানে শূন্য

১. জাম ও বিজ্ঞান, নভেম্বর, পৃ ৬৭১, ১৯৭০  
২. যৌগের বণ্টনকরণ বলতে এখানে যৌগের আণবিক আয়নের বণ্টনকরণই বোঝানো হয়েছে।

\* বিশ্বভারতী বিশ্ববিদ্যালয়, পাণ্ডিত্যিকেন্দ্র।

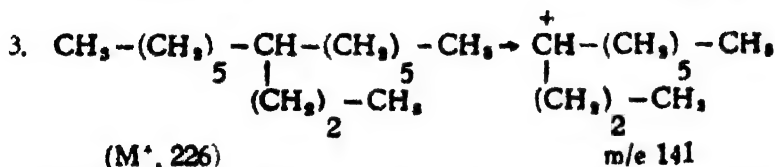
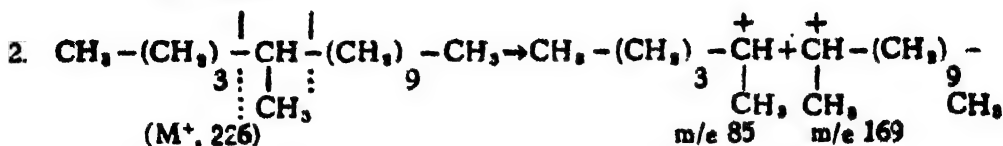


যেবা যায়। কারণ এই চিহ্নিত স্থানে বণ্ডিত হলে ভুলসামান্যকভাবে বেশী শক্ত ও হারী, সেকেন্ডারী কার্বনিয়াম আয়নের সৃষ্টি হয়। কিন্তু ১নং বোম্বের ক্ষেত্রে সেরকম কোন হারী কার্বনিয়াম আয়নের

উৎপত্তির সম্ভাবনা না থাকার আণবিক আয়নটি পূর্বোক্ত বোম্বগুলির মত বখারীতি  $m/e$  ২২৬ হানে যেবা সেলেও উপরিউক্ত শৃঙ্খলটির উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায় না।



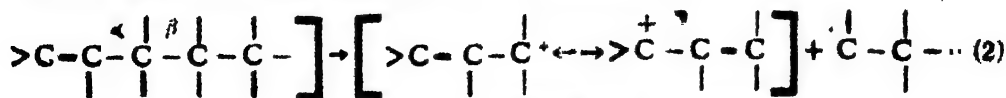
( $M^+$ , ২২৬)



এসকলকে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, উপরিউক্ত বোম্বগুলি আইসোমেরিক হলেও কিন্তু প্রত্যেকটির ক্ষেত্রে একই ভরবোম্বের উৎপত্তি হয় না। পৃথক পৃথক ভরবোম্বের উৎপত্তিহেতু আণবিকপুঞ্জের ভিন্ন ভিন্ন আকার এবং সেগুলির পৃথক পৃথক হানে অবস্থান। সুতরাং উপরের আলোচনা থেকে এই সিদ্ধান্তে পৌঁছানো যেতে পারে যে, ভর বর্ণালীর বিশ্লেষণ ঠিকমত করতে পারলে জৈব বোম্বের বিশেষ করে হাইড্রোকার্বন শ্রেণীর বোম্বের আণবিকপুঞ্জের সঠিক অবস্থান ও তার আকার নির্ণয় করা সম্ভব।

### পাইথনের প্রভাব

এখানে উল্লেখ করা অপ্রাসঙ্গিক হবে না



(আলানাইলিক কার্বনিয়াম আয়ন)

সুতরাং যেবা থাকে, এই ধরনের বণ্ডীকরণের কালে যে ভরবোম্বের সৃষ্টি হয়, সেটির উৎপত্তির সঠিক ব্যাখ্যা করতে পারলে পাইথনের উপস্থিতি ও তার স্থান নির্ণয় করা সম্ভব।

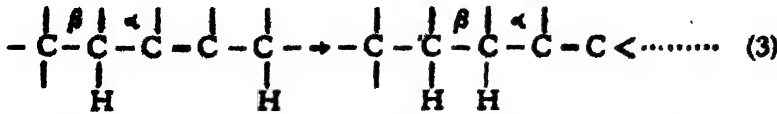
যে দুই কার্বন পরমাণুর মধ্যস্থিত সিগমা বন্ডের বণ্ডীকরণ পরীক্ষার বোম্বের পাইথনের উপস্থিতির কালে প্রভূত পরিমাণে প্রভাবান্বিত হতে পারে এবং এর কালে পূর্বোক্ত বণ্ডন প্রক্রিয়ার যে সকল উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায়, সেগুলির মধ্যে নীচের দুটিই প্রধান।

(ক) আলানাইলিক প্রক্রিয়া—যুক্ত পুংখল জাতীয় জৈব বোম্বের অসম্পূর্ণ বা পাইথন থাকলে সেই পাইথনের  $\beta$  স্থানে অবস্থিত, দুই কার্বনের মধ্যবর্তী সিগমাবন্ডের বণ্ডীকরণ ঘটে থাকে এবং এর কালে একটি হারী আলানাইলিক কার্বনিয়াম আয়নের সৃষ্টি হয় (সমীকরণ-২)

কিন্তু যখন বাবা প্রয়োজন যে, আণবিক আয়নের পাইথনগুলি গতিশীল এবং খুব সহজেই স্থানান্তরিত হতে পারে (সমীকরণ-৩)

৩. আলানাইলিক কার্বনিয়াম আয়নটি অল্পসংখ্যক কালে স্থায়ী লাভ করে।





অতএব পাইবকের সঠিক অবস্থান সম্পর্কে কোন স্থির সিদ্ধান্তে পৌঁছাবার আগে এই ধরনের স্থানান্তরজনিত ঘটনা বিনয়ে অবহিত থাকা একটি আবশ্যক। অম্ল পাইবকের কাহা-কাহি কোন কার্বকরীপুঞ্জ থাকলে বা পরীক্ষাধীন যৌগটি চক্রাকার হলে উপরিউক্ত স্থানান্তরের সম্ভাবনা তেমন থাকে না এবং সে ক্ষেত্রে অ্যালেই-নিক বণ্ডন প্রক্রিয়ার সঠি তরবণের উৎপত্তি ব্যাখ্যার মাধ্যমে পাইবকের উপস্থিতি এবং অবস্থান সম্পর্কে স্থির সিদ্ধান্তে পৌঁছানো সম্ভব। প্রকৃতপক্ষে ট্রেমেরড শ্রেণীর অ্যালকালয়েডে পাই-বকের উপস্থিতি ও স্থান নির্ণয়ে এই বণ্ডন প্রক্রিয়া প্রয়োগ করা হয়। দৃষ্টান্তরূপে সারাকোলিন ও সারাকোডিনের<sup>৪</sup> উল্লেখ করা যেতে পারে। সারাকোডিনের ক্ষেত্রে  $C_3-C_4$  এবং  $C_5-C_6$  বণ্ডন বরাবর আলকা বণ্ডন এবং পরবর্তী কালে এই বণ্ডিত অংশগুলির পুনর্বিন্যাসের কালে বথাক্ষে A (m/e 84) এবং B (m/e 110) এই দুটি তরবণের উৎপত্তি ঘটে। কিন্তু সারাকোলিনে  $C_3-C_4$  বণ্ডনের মধ্যে পাইবণ্ড উপস্থিত থাকায়  $C_3-C_4$  বণ্ডন বরাবর অ্যালেইনিক বণ্ডনের প্রবণতা এত বেশী বৃদ্ধি পায় যে,  $C_3-C_4$  বণ্ডন বরাবরই আলকা বণ্ডন আনো ঘটে না, বার কলে এই বোলে B (m/e 110) তরবণটির সৃষ্টি হয় না। অতএব আলোচ্য শ্রেণীভুক্ত বোলে B কিংবা অল্পতর তরবণের অল্পপস্থিতির ভিত্তিতে  $C_3-C_4$ -এর মধ্যে পাইবকের উপস্থিতি সম্পর্কে সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া অসম্ভব নয়।

এখানে প্রাসঙ্গিক ভাবেই একটি কথা উল্লেখ করা যেতে পারে যে, C-C বণ্ডনের পাশে

৪. এ. চ্যাটার্জী, বি. হাস, সি. পি. দত্ত এবং কে. এস. দুবার্জী, টেট্রাহেড্রন লেটার্স পৃ. 67, 1965

অ্যারোমেটিকপুঞ্জ থাকলে এই একই ধরনের প্রভাব পরিলক্ষিত হয় এবং অ্যালেইনিক বণ্ডন প্রক্রিয়ার বড় অ্যারোমেটিকপুঞ্জের  $\beta$  স্থানে অবস্থিত C-C বণ্ডনের বণ্ডীকরণ ঘটে এবং এর কলে বেকার্ড-নিরাম আয়নটির সৃষ্টি হয়, সেটি খুব তাড়াতাড়ি ইণিলিয়াম আয়নে রূপান্তরিত হওয়ার কলে হারিষ লাভ করে।

(ব) ডিলস অ্যালডারের বিপরীত বিক্রিয়া— অসম্পূর্ণ চক্রাকার বৌগগুলির (Cyclic olefins) বণ্ডীকরণে বেশ অতিরিক্ত লক্ষ্য করা যায়। এই ধরনের বোলে বণ্ডীকরণের সময় পাইবকের  $\beta$ -স্থানে অবস্থিত দুটি বণ্ড ভেঙে যায় এবং এর কলে এই অণুটি থেকে দুটি হারী অসম্পূর্ণ তরবণের উৎপত্তি ঘটে, কিন্তু তার ক্ষেত্রে হাইড্রোজেন বা অল্প কোন পরমাণুর স্থানান্তরের প্রয়োজন হয় না।

এই ধরনের প্রক্রিয়া হচ্ছে সাধারণ ডিলস অ্যালডার<sup>৫</sup> বিক্রিয়ার ঠিক বিপরীত এবং সে ক্ষেত্রেই এই বণ্ডীকরণ প্রক্রিয়াকে বলা হয় বিপরীত ডিলস-অ্যালডার বণ্ডীকরণ প্রক্রিয়া (Retro Diles Alder Collapse)। এই বিক্রিয়াটি অসম্পূর্ণ চক্রাকার বোলের তরবণীকরণের একটি খুব তাড়াতাড়ি প্রক্রিয়া এবং বিশেষ কোন কার্ব-করীপুঞ্জের প্রভাব না থাকলে এই শ্রেণীর বৌগ-গুলির বণ্ডীকরণ এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে পরি-চালিত হয়।

### জৈব বোলের বণ্ডীকরণে হেটোরো

#### অ্যাটমের প্রভাব

জৈব বোলে হেটোরো অ্যাটমের উপস্থিতি

5. সাধারণ ডিলস-অ্যালডার বিক্রিয়ার দুটি অসম্পূর্ণ বৌগ থেকে একটি চক্রাকার বৌগ উৎপন্ন হয়।



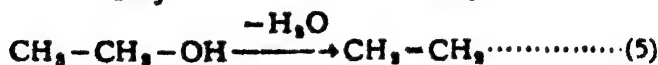
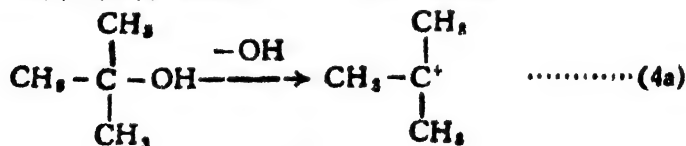
বতীকরণে প্রকৃত প্রভাব বিস্তার করতে পারে। দেখা যায়, বোমের হেটোরো অ্যাটমের উপস্থিতি কলে বতীকরণের প্রবণতা বৃদ্ধি পায় এবং খুব সহজেই বৈশিষ্ট্যপূর্ণ তরবর্ণের উৎপত্তি ঘটে। এভাবেই তর বর্ণালীমিতি হেটোরো অ্যাটমিক জৈব বোমের কাঠামো নির্ণয়ের ক্ষেত্রে বিশেষ সাফল্যের সঙ্গে ব্যবহৃত হয়। হেটোরো অ্যাটমের উপস্থিতি বিবেচনামূলক বোমের বতীকরণ পদ্ধতিকে যে সকল প্রক্রিয়ার মাধ্যমে প্রভাবিত করতে পারে, সেগুলিকে ঘোঁটাইভাবে নিম্নোক্ত শ্রেণিতে ভাগ করা যেতে পারে—

(ক) কার্বন ও হেটোরো অ্যাটমের মধ্যবর্তী বণ্ডের বতীকরণ: কার্বন ও হেটোরো অ্যাটমের

মধ্যস্থিত সম্পৃক্ত বা সিগমা বণ্ডের  $\left( -\overset{\textstyle |}{\underset{\textstyle |}{\text{C}}}-\text{X} \right)$

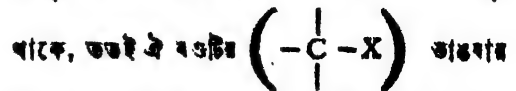
বতীকরণের কলে সাধারণত: হেটোরো অ্যাটমের সঙ্গে যুক্ত অংশটি নিউক্লিওফিলিক আকারে অংশগ্হিত হয় এবং হেটোরো অ্যাটম অংশটি কার্বনিয়াম আয়নের সৃষ্টি করে (সমীকরণ-১)।

কিন্তু সৃষ্টি এই কার্বনিয়াম আয়নটি তেমন শক্ত বা স্থায়ী না হলে পুনর্বিন্যাস জাতীয় প্রক্রিয়ার

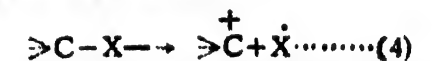


(খ) আসল বণ্ড—উপরিউক্ত বণ্ড বতীকরণ প্রসঙ্গে যেন হাধা প্রয়োজন, অনেক সময় হেটোরো অ্যাটমের অ-বন্ধন ইলেকট্রন যুগল (Non-bonding electron pair) এই হেটোরো অ্যাটমের সঙ্গে সংযুক্ত কার্বনে বনাম্বক আধাবের স্থায়িত্ব বাড়িয়ে দেয় এবং এর কলে এবং সমীকরণ অনুযায়ী C-X বণ্ডটি নাভেতে এই হেটোরো অ্যাটমের ট্রিক গরের C-C বণ্ডটি বণ্ডিত হয় (সমীকরণ-৬)

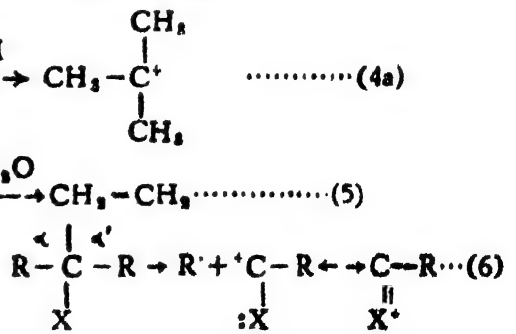
কলে এই কার্বনিয়াম আয়নের পরিবর্তে অন্য তরবণ্ডের সৃষ্টি হয় (সমীকরণ-৫)। যেহেতু কার্বন পরমাণুতে অ্যান্টিবিন্দুরের লম্বা বান্ডলে কার্বনিয়াম আয়নের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায়, সে অভাবেই লক্ষ্য করা যায়, হেটোরো অ্যাটমের সঙ্গে সংযুক্ত কার্বনে বত বেশী সংখ্যক অ্যান্টিবিন্দুর



প্রবণতা বাড়তে থাকে। তাই দেখা যায়, টারনারী কোহলগুলি খুব সহজেই -OH পুঞ্জ অংশগ্হিত করে তরবর্ণালীতে (M-OH) স্থানে শূন্য প্রদর্শন করে। কিন্তু প্রাইমারী জেণীর কোহলগুলির ক্ষেত্রে -OH পুঞ্জের অংশগ্হিতের কলে যে কার্বনিয়াম আয়নের সৃষ্টি হয়, সেটি তেমন শক্ত ও স্থায়ী না হওয়ার জলের (H<sub>2</sub>O) অংশগ্হিতই অবিকতর প্রাধান্য লাভ করে এবং তাহের তরবর্ণালীতে (M-18) স্থানে বেশ তীব্র শূন্য দেখা যায় (সমীকরণ-৫)



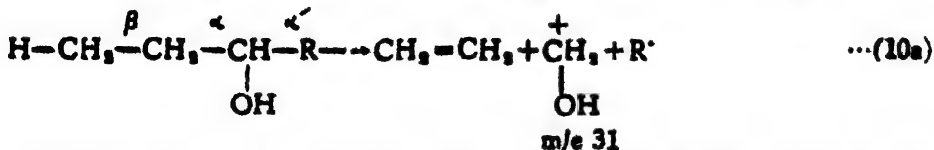
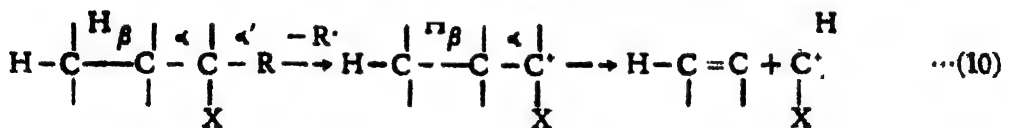
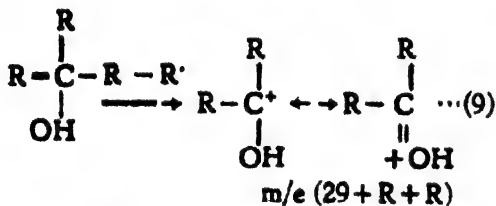
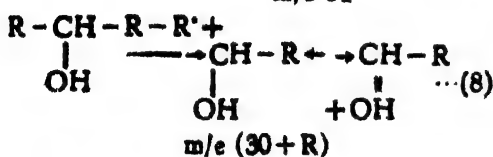
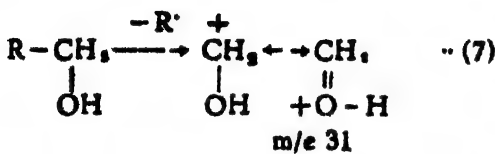
(X-এর স্থান, -OCOR, -OH, -NH<sub>2</sub>, -OR, ইত্যাদি)



এই প্রক্রিয়ার তরবতীকরণের প্রবণতা প্রধানত: কোহল, জেণীয় এবং অ্যামিন জেণীর বৌগতলির বৈশিষ্ট্য এবং প্রায়শ:ই এই সমস্ত জেণীভূত বৌগতলির ক্ষেত্রে লক্ষ্য করা যায়। যেহেতু এই প্রক্রিয়ার C-X বণ্ডটির <-স্থানে অবস্থিত বণ্ডটি বণ্ডিত হয়, সেইহেতু এই বণ্ডটির



করণ প্রক্রিয়াটিকে আলফা বন্ডন ( $\alpha$ -cleavage) বলা হয়। এখানে উল্লেখযোগ্য যে, 6নং সূত্রানুসারে  $C-X$  বন্ডের উত্তর পার্শ্বের বণ্ড দুটির ( $\alpha$  ও  $\alpha'$ ) মধ্যে যে বণ্ডটি বণ্ডিত হলে তুলনামূলকভাবে বেশী ভরের নিউক্লিওস বন্ডের বেরিয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা, সাধারণতঃ সেই বণ্ডটি বণ্ডিত হয়। এই বণ্ডের প্রক্রিয়ার বাধ্যন আইনারী, সেকেন্ডারী ও টারশারী এই তিন শ্রেণীর কোহলের পার্থক্য খুব সহজেই নির্ণয় করা সম্ভব (সূত্রকরণ-7, 8, 9)



উপরের (10a) নং সূত্রানুসারে লক্ষ্য করলে ভরবণ্ডমূলক m/e 31 কিংবা অল্পতর ভরবণ্ডমূলক কিছু কিছু বোণ (কোহল, অ্যামিন ইত্যাদি) আইনারী শ্রেণীর (সূত্রকরণ-6) না হলেও তাহের ভরবণ্ডনীতিতে দেখা দিতে পারে। সুতরাং শুধুমাত্র উক্ত মূলকটির উপস্থিতির ভিত্তিতেই পরীক্ষাবীন

7, 8 এবং 9নং সূত্রকরণ থেকে দেখা যাচ্ছে, তিন শ্রেণীর কোহলের প্রত্যেকটির ক্ষেত্রে ভরবণ্ডনীতিতে মূলক মূলক স্থানে খুব দেখা যাবে। সুতরাং এই মূলকগুলি ঠিকমত অধ্যয়ন করতে পারলে এই তিন শ্রেণীর কোহলের মূলকীকরণ যে মোটেই কষ্টসাধ্য ব্যাপার নয়, তা স্পষ্টতঃ অস্ব্ষের।

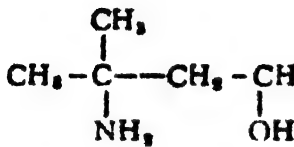
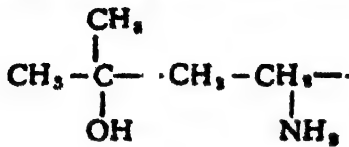
এখানে আর একটি কথা বিশেষভাবে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, 6নং সূত্রানুসারে  $C-X$  বন্ডের উত্তর পার্শ্বস্থিত দুটি বণ্ডই ( $\alpha$  ও  $\alpha'$ ) বণ্ডিত হতে পারে। তবে উত্তর বন্ডের বণ্ডিত হবার কালে স্পষ্ট ভরবণ্ডটির স্থায়িত্ব এত কমে যায় যে, সাধারণতঃ উত্তর বন্ডের বণ্ডিত হওয়ার ঘটনা তেমন লক্ষ্য করা যায় না। কিন্তু বিশেষ কার্ঠাযো যিনিষ্ট লৈঙ্গব বোণের ক্ষেত্রে উত্তর বণ্ডই বণ্ডিত হতে পারে। দেখা গেছে,  $C-X$  বণ্ডটির  $\beta$ -স্থানে অবস্থিত কার্বন পরমাণুতে হাইড্রোজেন থাকলে এবং সেই হাইড্রোজেন পরমাণুটি যদি খুব সহজেই স্থানান্তরিত হতে পারে, তা হলে উত্তর বণ্ডই বণ্ডিত হয় (সূত্রকরণ-10)

যৌগটি আইনারী কিংবা সেকেন্ডারী এই প্রশ্নের সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া সুক্লিষ্ট নয়। কোন দ্রি সিদ্ধান্তে পৌছাবার আগে পরীক্ষাবীন বোণে এই বিশেষ মূলকটির ভীততা ও তৎসহ ভরবণ্ডনীতিতে আন্ত অস্তিত্ব মূলকগুলি একই মূলকে বিবেচনা করা প্রয়োজন। পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর দেখা গেছে,

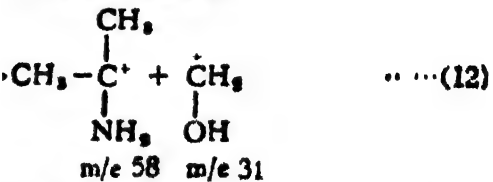
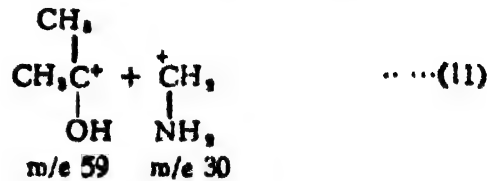


নুন যৌগ থেকে (সমীকরণ-6) বৃহৎ ভরবর্ণালীমিতির তীব্রতা স্থানান্তরকর্মিত প্রক্রিয়ার ফলে বৃহৎ (সমীকরণ-10) এই একই ভরবর্ণালীমিতির তীব্রতার চেয়ে অনেক বেশী।

(গ) একাধিক হেটেরো অ্যাটমের উপস্থিতির প্রভাব—জৈব যৌগে একাধিক হেটেরো অ্যাটম সম্পৃক্ত বা নিস্পৃক্ত বণ্ডের সাহায্যে মুক্ত থাকলে

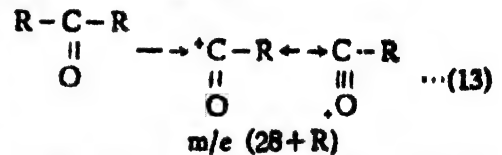


এ সকল হেটেরো অ্যাটমের পার্শ্ববর্তী C-C বন্ডগুলি 6নং সমীকরণ (আলফা-বণ্ড) অবস্থায়ী থাকিত হয়, যার ফলে একাধিক ভরবণ্ডের সৃষ্টি হয়। কিন্তু এই একাধিক ভরবণ্ডগুলির তীব্রতা এক নয়। দেখা যায় শূন্যগুলির তীব্রতা হেটেরো অ্যাটমগুলির অবস্থানের উপর নির্ভরশীল (সমীকরণ 11, 12),



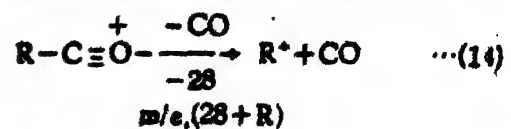
উপরোক্ত শূন্যগুলির মধ্যে প্রথম যৌগে  $m/e \ 30$ -র ফ্রাগমেন্ট  $m/e \ 59$  এবং দ্বিতীয়টিতে  $m/e \ 31$ -এর ফ্রাগমেন্ট  $m/e \ 58$  শূন্যগুলির তীব্রতা বেশী, কারণ উভয় ক্ষেত্রেই ফ্রাগমেন্টগুলিতে এই আয়নগুলি (সেকেন্ডারী-কার্বনিয়াম আয়ন) অল্প আয়নগুলির (প্রাইমারী কার্বনিয়াম আয়ন) চেয়ে বেশী স্থায়ী ও শক্ত। সুতরাং এই প্রেক্ষিতে (একাধিক হেটেরো অ্যাটমবিশিষ্ট) যৌগের ভরবর্ণালীতে প্রাপ্ত শূন্যগুলির তীব্রতার ভিত্তিতে বিভিন্ন হেটেরো অ্যাটমগুলির সঠিক অবস্থান নির্ণয় করা সম্ভব।

(ঘ) আলফা-বণ্ডের পাইথনের প্রভাব—জৈব যৌগে হেটেরো অ্যাটমটি অসম্পৃক্ত বা পাইথনের সাহায্যে কার্বন পরমাণুর সঙ্গে মুক্ত থাকলে এই কার্বনে ধনাত্মক আধানের স্থায়ী বহন পরিমাণে বৃদ্ধি পায়। এর ফলে আলফা-বণ্ডের প্রক্রিয়া খুব সহজেই ঘটে থাকে। সুষ্ঠিত বহুপ কার্বনীয় জৈব যৌগের বর্ণনাকরণ উল্লেখ করা যেতে পারে (সমীকরণ-13)



এই এসঙ্গে বলে রাখা ভাল যে, 13নং সমীকরণে প্রাপ্ত ভরবণ্ডটি  $(28 + \text{R})$  কার্বনীয় জৈব যৌগের একটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ ও ইঙ্গিতবাহী ভরবণ্ড এবং যে কোন কার্বনীয় যৌগের ভরবর্ণালীতে এই বিশেষ ভরবণ্ডগুলির উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়।

এই এসঙ্গে আর একটি কথা উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, কার্বনীয় জৈব যৌগগুলি  $(28 + \text{R})$  ভরবণ্ড থেকে নিউট্রাল কার্বন-মনোক্সাইড অপসারিত করে অল্প একটি ভরবণ্ডের উৎপত্তি ঘটায় এবং এই ভরবণ্ডটির উৎপত্তি কার্বনীয় জৈব যৌগের আর একটি বৈশিষ্ট্য।





(৩) পুনর্বিভাজ্যাতীর বণ্ডীকরণ—পূর্বেই বলা হয়েছে, তরবণ্ডীকরণ চলাকালীন বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে পরীক্ষাধীন যৌগের বা তার কোন বণ্ডিত অংশের পুনর্বিভাজ্য ঘটতে পারে। তর বর্ণালীবিদ্য পদ্ধতিতে যে সকল পুনর্বিভাজ্যাতীর বণ্ডীকরণ প্রক্রিয়া জানা আছে, সেগুলির মধ্যে নীচেরগুলিই উল্লেখযোগ্য।

কিছু কিছু কার্বনীয় শ্রেণীভুক্ত জৈব যৌগ এক বিশেষ ধরনের প্রক্রিয়ার বণ্ডিত হয়। এই বণ্ডীকরণ প্রক্রিয়ার বিবেচনাধীন যৌগের পুনর্বিভাজ্য ঘটে এবং এই পুনর্বিভাজ্যের ফলে মূল যৌগ থেকে অসম্পূর্ণ (অনিকিন) শ্রেণীর যৌগের একটি নিউট্রাল অণুর অবলুপ্তি ঘটে। এই ধরনের পুনর্বিভাজ্যের ক্ষেত্রে পরীক্ষাধীন যৌগে কার্বনীয়পুঞ্জের সঙ্গে কমপক্ষে আরও তিনটি কার্বন পরমাণু যুক্ত থাকে। দরকার এবং কার্বনীয়পুঞ্জের কার্বন পরমাণুর  $\gamma$ -স্থানে কমপক্ষে একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর উপস্থিতি প্রয়োজন। ম্যাক্স-ফার্স্টার মতে, এই ধরনের কাঠামোবিশিষ্ট যৌগটি প্রাথমিক পর্যায়ে একটি বড়ত্বজীর চক্রাকার অবস্থার স্তরে (Transition state) রূপান্তরিত হয় এবং পরে উল্লিখিত  $\gamma$ -স্থানের হাইড্রোজেন পরমাণুর পুনর্বিভাজ্যের ফলে উল্লিখিত তরবণ্ডের সৃষ্টি হয়।

উপরোক্ত পুনর্বিভাজ্যাতীর বণ্ডীকরণ প্রক্রিয়া ম্যাক্স-ফার্স্টার পুনর্বিভাজ্য নামে পরিচিত এবং উল্লেখ করে রাখা ভাল যে, এই পুনর্বিভাজ্য প্রক্রিয়ার ব্যবহার তমুর্ভায়ে প্রয়োজনীয় কাঠামো বিশিষ্ট কার্বনীয় শ্রেণীর যৌগের মধ্যেই সীমাবদ্ধ নয়, অসম্পূর্ণ শ্রেণীভুক্ত যৌগগুলিতে পূর্বেও অবস্থান্তর স্তরের নিমিত্ত প্রয়োজনীয় কাঠামোর উপস্থিতি থাকলে এই ধরনের বণ্ডীকরণ ঘটতে পারে। যেমন দেখা যায় এসাইল বেজিন ও পারাম্পরিক দুই পরিবর্তপুঞ্জবিশিষ্ট অ্যারোম্যাটিক (Ortho disubstituted benzene) যৌগের ক্ষেত্রে।

বিশেষ বিশেষ কাঠামোর এটার, কোহল ও অ্যামাইড শ্রেণীর যৌগগুলির ক্ষেত্রেও বণ্ডীকরণের সঙ্গে সঙ্গে পুনর্বিভাজ্য ঘটে। এই সকল যৌগ-গুলির মধ্যে কোহলের বণ্ডীকরণে পুনর্বিভাজ্যের যে সকল ঘটনা প্রায়ই লক্ষ্য করা যায়, সেগুলি পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে (সমীক্ষণ-5, 10)। এটার যৌগে এটারপুঞ্জের  $\beta$ -স্থানে অবস্থিত কার্বন পরমাণুতে কমপক্ষে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকলে সেই হাইড্রোজেনের পুনর্বিভাজ্যের ফলে অ্যানিটিক অ্যানিডের অবলুপ্তি ঘটে এবং তরবর্ণালীর (M-60) স্থানে শূন্য লক্ষ্য করা যায়। কিন্তু  $\beta$ -স্থানে অবস্থিত কার্বন পরমাণুতে হাইড্রোজেন পরমাণু না থাকে যদি  $\beta$ -স্থানের কার্বন পরমাণুতে কমপক্ষে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে (বা প্রায়ই থাকে), তা হলে ক্রিটিনের উৎপত্তি খুব সহজেই ঘটে থাকে এবং স্ট্রী এই ক্রিটিন-তরবণ্ডটি তরবর্ণালীতে বেশ তীব্র শূন্য প্রদর্শন করে। এসকলক্ষে উল্লেখযোগ্য যে এই দুটি তরবণ্ডের উপস্থিতি এই বিশেষ কাঠামোর এটার যৌগের বৈশিষ্ট্য, অতএব ক্রিটিন তরবণ্ডের উৎপত্তি বিশেষ শ্রেণীর অ্যামাইডেরও ( $\text{CH}_3-\text{CO}$ পুঞ্জ সমন্বিত) বৈশিষ্ট্য।

পরিশেষে বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য যে, যখন কোন যৌগের বণ্ডীকরণ ঘটতে থাকে, তখন যৌগের কাঠামো অস্থায়ী উপরে আলোচিত প্রক্রিয়াগুলি একই সঙ্গে কিংবা পৃথক পৃথক ভাবে কার্যকরী হতে পারে এবং সেই অস্থায়ী তরবণ্ডের সৃষ্টি হতে পারে। সুতরাং তরবর্ণালীতে এক বা একাধিক তরবণ্ডপুঞ্জের উপস্থিতি লক্ষ্য করা যেতে পারে। অতএব যৌগের কাঠামো সম্পর্কে সন্দেহাতীতভাবে যির সিদ্ধান্তে পৌঁছানোর পূর্বে তরবর্ণালীতে প্রাপ্ত সকল তরবণ্ডপুঞ্জের তীব্রতা ও সেগুলির ব্যাখ্যা ঠিকমত অর্থবোধ করা একান্ত প্রয়োজন।



## 1972 সালের বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার

পদার্থ-বিজ্ঞান, রসায়ন-বিজ্ঞান ও ভেতন-বিজ্ঞানে বেশকিছু বৃদ্ধির আবিষ্কারের জন্যে 1972 সালের নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়েছে, আগামী কয়েক মাসকে বাছবের জীবনের উপর এই আবিষ্কারগুলির গভীর প্রভাব পড়বে বলে বিজ্ঞানীরা মনে করেন।

### শারীরতত্ত্ব ও ভেতন-বিজ্ঞান

শারীরতত্ত্ব ও ভেতন-বিজ্ঞানে এবার নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়েছে বোঝাভাবে দু-জন বিজ্ঞানীকে। তাঁদের একজন হচ্ছেন মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের নিউ

করেছেন, তাতে জীবদেহের সহজাত রোগ প্রতিরোধক বস্তু (Antibody) বিষয় গভীরভাবে উপলব্ধি করা যাচ্ছে।

পোর্টার 1930 সালে লওনের জাদুঘর ইনস্টিটিউট কর্তৃক মেডিক্যাল রিসার্চে ধরপোশের অ্যান্টিবডি নিয়ে গবেষণা শুরু করেন। ইতিপূর্বে কার্ল ল্যাণ্ডস্টেইনার এবং লাইবাস পাউলিং আবিষ্কার করেন যে, আগ্রাসী রোগ জীবাণু (অ্যান্টিজেন—Antigen) সঙ্গে অ্যান্টিবডির সংযুক্তি ঘটে। বিশেষ ধরনের অ্যান্টিবডি বিশেষ ধরনের অ্যান্টিজেনের সঙ্গে সংযুক্ত হয়। পোর্টার যে



ডক্টর রোজলিন্ড ফ্র্যাংকলিন



ডক্টর জেমস ওয়াটসন

ইয়র্ক শহরের রকফেলার বিশ্ববিদ্যালয়ের ডাঃ জেমস ওয়াটসন এবং অপরজন ইংল্যান্ডের অক্সফোর্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের ডক্টর রোজলিন্ড ফ্র্যাংকলিন। তাঁরা দু-জনে মিলে প্রমাণ করে

যে DNA দিয়ে গবেষণার প্রমাণ হয়, তা হচ্ছে অ্যান্টিবডির বিশেষ কার্যকরতা যেটা না করে তাকে বিজ্ঞিত করা যায়। তিনি এনজাইম পেনসিলিন দিয়ে অ্যান্টিবডি পরিভাষ করেন। এর



কলে তাঁদের অ্যাভিজেনের সঙ্গে সংযুক্তির কথটা বজায় থাকে বটে, তবে এতোকটি অ্যাভিভিডি অণু অংশবিশেষে বিচ্ছিন্ন হয়।

1959 সালে পোর্টার দেখতে পান, পেপারিন অ্যাভিভিডি অণুকে তিনটি বড় অংশে বিভক্ত করে। তার দুটি অংশ অ্যাভিজেনের সঙ্গে সংযুক্ত হতে পারে, কিন্তু তৃতীয় অংশটির এই ধরনের কোন কথটা থাকে না।

এডেলম্যানও এই ধারার গবেষণা করেন, তবে ভিন্ন পদ্ধতিতে। 1961 সালে তিনি একটি গবেষণা-পত্রে প্রকাশ করেন, অ্যাভিভিডিকে দুই বিচ্ছিন্ন ক্রিয়ায় ডাইসালফাইড বন্ধন ভাঙা ও ঘন ইউরিক্স দ্রবণে রাখার পর দুটি অংশে বিচ্ছিন্ন করা যায়। এই অংশগুলি ভিন্ন আকারের এবং পোর্টারের বিচ্ছিন্ন অংশগুলির সঙ্গে তাঁদের সাদৃশ্য দেখা যায় না। এই গবেষণার ফলে প্রকাশ পায় যে, ডাইসালফাইড বন্ধনের দ্বারা সংযুক্ত পলিপেপটাইড শৃঙ্খল দিয়ে অ্যাভিভিডি গঠিত।

পোর্টার-এডেলম্যানের গবেষণা থেকে জানা গেছে, হার্নের বেহে সহজাত প্রতিরোধক বস্তু ( অ্যাভিভিডি ) কীভাবে আক্রান্তী রোগ-জীবাণুকে ( অ্যাভিজেন ) আক্রমণ করে পরাজিত করে।

তাঁদের গবেষণালব্ধ কলাকলের সুত্রেই হার্নের শেষ পর্যন্ত দেখে বিশেষ ধরনের ক্যালাজের যত বিশেষ বিশেষ রোগ প্রতিরোধের জন্যে প্রতিরোধক বস্তু তৈরি করা সম্ভব হবে, অ্যালাজির বিরুদ্ধে দেহের সংক্রামকের কথটা দুড়ি করা বাবে, দেহের সহজাত প্রতিরোধক বস্তুর গঠন-প্রকৃতির সাহায্যে তারফ্যে খট্টের নানা ধরনের রোগবাহী ডাইরাস ও ব্যাকটেরিয়ার বিরুদ্ধে তাকে অবিকৃত কার্যকর করে তোলা সম্ভব হবে অথবা গবেষণাপ্রাপ্তে কৃত্রিম প্রতিরোধক বস্তু তৈরি করা বাবে।

### জসারদ-বিজ্ঞান

এবার জসারদ-বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার প্রদান

করা হয়েছে যৌথভাবে তিনজন বার্কিন বিজ্ঞানীকে। তাঁরা হলেন ওয়ালিগ্টন ডি-এর মিকট্‌হ ইট, এন. জাশভাল ইনস্টিটিউট অব হেলথের ডটর ক্রিষ্টিয়ান বি. আনকিনসেন (56), নিউ ইয়র্কের রকফেলার বিশ্ববিদ্যালয়ের ডটর স্ট্যানফোর্ড লু (59) এবং ডটর উইলিয়াম এইচ. কাইন (61)।

ডটর আনকিনসেনকে পুরস্কার দেওয়া হয়েছে কোম্বোকোম এবং জিন-এর রাসায়নিক গঠন-প্রকৃতির সম্পর্কে গবেষণার জন্যে। এই বস্তু দুটি বংশপরম্পরাগত বৈশিষ্ট্যের ধারক। ডটর লু এবং ডটর কাইন রিভোনিউক্লিয়ার বিয়োজনের জন্যে পুরস্কার পেয়েছেন। এই বস্তুটি দেহকোষের বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ কাজ নিয়ন্ত্রণ করে। অ্যান্ড্রিনো অ্যান্ড্রিন বিয়োজনের জন্যে পদ্ধতি উদ্ভাবন থেকে শুরু করে তাঁরা বহু গুরুত্বপূর্ণ আবিষ্কার করেন। প্রোটিনের পারস্পর্য নির্ধারণের পদ্ধতি তাঁরা দেখান। তাঁদের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অবদান হচ্ছে, অ্যান্ড্রিন অ্যান্ড্রিনো অ্যান্ড্রিন বিয়োজক ব্যবহার উদ্ভাবন। বর্তমানে এই ব্যবস্থা এতোক প্রাণ-রাসায়নিক পরীক্ষাগারে অল্পস্বত হয়ে থাকে।

1906 সালে লু এবং কাইন তাঁদের এই পদ্ধতির সাহায্যে রিভোনিউক্লিয়ার এনজাইমের অ্যান্ড্রিনো অ্যান্ড্রিনের পারস্পর্য নির্ধারণ করেন। এই এনজাইমটি রিভো নিউক্লিক অ্যান্ড্রিনকে (RNA) তার সাং-ইউনিটে বিভক্ত করে।

এনজাইম হচ্ছে অ্যান্ড্রিনো অ্যান্ড্রিনের পরস্পর সংযুক্ত দীর্ঘ শৃঙ্খল। প্যাচানো আকৃতিতে পরিণত না হওয়া পর্যন্ত তারা নিষ্ক্রিয় হয়ে থাকে। প্রোটিন হচ্ছে অভ্যন্তর সংবেদী—তাঁদের আকৃতিতে সাহায্যতম পরিবর্তন ঘটলে তারা সক্রিয় হয়ে ওঠে।

কেন এবং কীভাবে প্রোটিনসমূহ তাঁদের বদান্য আকৃতিতে বিভক্ত হয়—সেই সমস্যার সমাধান করেন আনকিনসেন। 1960 সালে তিনি প্যানিক্রিয়ার্টিক রিভোনিউক্লিয়ার সাহায্যে



সর্বপ্রথম যেখানে যে, বোতামের বিজ্ঞানিক আকৃতির পারস্পর্য আভিমনভাবে নির্ধারণ করা যায়।

দুঃ, স্টাইন এবং আনকিনসেনের যে সব ভক্তত্বপূর্ণ বৈজ্ঞানিক আবিষ্কার করেছেন, তার কলে

বা অতি-পরিবাহিতার ক্ষেত্রে বৈজ্ঞানিক ভক্তীয় অবদানের জন্তে তাঁদের নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়েছে। ১৯১১ সালে তৎকালীন বিজ্ঞানী ক্যামারলিং ওনেস এবং হিলিয়ার গ্যানফে



ডক্টর জি.ই.এন. বি. আনকিনসেন ডক্টর উইলহেল্ম এইচ. টাইন

ডক্টর টাওকোও নু

রাসায়নিক প্রক্রিয়ার বংশগতগত বৈজ্ঞানিক বৈশিষ্ট্য নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হবে, সম্ভব হবে বংশগত রোগ প্রতিরোধ ও নিরাস করা।

### পদার্থ-বিজ্ঞান

এবার পদার্থ-বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার পেয়েছেন বৌদ্ধভাবে তিনজন বার্কিন বিজ্ঞানী। তাঁরা হলেন ইলিনয় বিশ্ববিদ্যালয়ের ডক্টর জন বার্ডীন (৪৭), মোন্ত্রালিয়াগের প্রতিভেল পহরের ড্রাইন বিশ্ববিদ্যালয়ের ডক্টর লিও কুপার (৪২) এবং কিলোডেলকিয়ার পেমিলিড্যানিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ের ডক্টর জন জিকার। এঁদের মধ্যে ডক্টর বার্ডীনই সর্বপ্রথম পদার্থ-বিজ্ঞানে দু-বার নোবেল পুরস্কার পেলেন। ইনজিস্টার উদ্ভাবনের জন্তে ১৯৫৬ সালে উইলিয়াম শকলে এবং ওয়াশিংটন স্টেটের সফে বৌদ্ধভাবে তিনি এই পুরস্কার পেয়েছিলেন।

সুপারকন্ডাক্টিভিটি (Superconductivity)

ভরলীকৃত করতে সক্ষম হন। তারপর থেকে অতি-পরিবাহিতা সম্পর্কে গবেষণা দীর্ঘকাল ধরে চলে আসছে।

অতি নিম্ন তাপমাত্রায় অতি-পরিবাহিতা প্রকাশ পায়। যখন কোন বৈজ্ঞানিক বা বৈজ্ঞানিক পদার্থকে পরম শূন্য তাপমাত্রায় ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) কাছাকাছি শীতল করা হয়, তখন তার বৈজ্ঞানিক রোধ ক্ষমতা প্রায় সম্পূর্ণ লোপ পায়। এই অবস্থায় সেই বৈজ্ঞানিক বা বৈজ্ঞানিক পদার্থ অকৃত্রিম রূপ লাভ করে। এর কলে আংশিক আকৃতির ঐক্য বাস্তব টুকরার বিজ্ঞান-ভিত্তিক অবিচ্ছিন্ন কাল প্রবাহিত হতে থাকবে, শক্তি আগের কখনো না।

১৯৫৭ সালে বার্ডীন, কুপার এবং জিকার অতি-পরিবাহিতা সম্পর্কে তাঁদের বি সি এস (B C S) তত্ত্ব (তৎকালের বার্কিন আকৃতির নিম্নে বার্করণ) পেশ করেন। তাঁরা বলেন, পরম শূন্য তাপমাত্রায় ইলেকট্রনের মধ্যে সবচেয়ে বেশী জোড় বন্ধন ঘটে এবং তার কলে অতি-



যাত্রার সংসঙ্গন (Coherence) দেখা দেয়। বিজ্ঞানীরা এখন এর চেয়ে কম ঠাঁতায় অল্পসং-  
সরলভাবে বলতে গেলে, যদি ইলেকট্রনগুলিকে যত-  
তরঙ্গ হিসাবে ভাবা হয়, তাহলে পেন্সার-রশ্মির  
তরঙ্গের মত তারা। অতিমাত্রার সংসঙ্গক হয়ে

উৎপাদন করে এই কার্যকর করা বাবে। বিদ্যুৎ  
ভাবে বিদ্যুৎ-প্রবাহ বজায় রাখবার চেষ্টা করছেন।  
সেটা সম্ভব হলে অল্পকাল পরিবেশের মধ্যে বিদ্যুৎ



ডক্টর অন বারডীন

ডক্টর নিও এন. কুপার

ডক্টর জন আর. প্রিকার

যাবে। এই অবস্থার পরিবাহী বস্তুতে বৈদ্যুতিক  
প্রবাহ কোন রোধের সম্মুখীন হবে না।

উৎপাদনের ইঞ্জিন ও জেনারেটর নির্মাণের ক্ষেত্রে  
এই তত্ত্ব কাজে লাগানো হচ্ছে।

বাছুর এই আচরণের কার্যকারণ অবগত হয়ে

—র. ব.

".....বিজ্ঞান বাহ্যতে দেশের সর্বসাধারণের নিকট উপস্থিত হয় সে  
উপায় অবলম্বন করিতে হইলে একেবারে বাতুলভাষার বিজ্ঞানচর্চার  
গোড়াপত্তন করিয়া দিতে হয়।...বাহ্যতঃ বিজ্ঞানের কথাটা বোঝে না  
তাহারা বিজ্ঞানের অন্ত টাকা দিবে, এমন অলৌকিক সভাবনার  
পথ চাহিয়া বসিয়া থাকি নিষ্ফল। আপাততঃ বাতুলভাষার সাহায্যে  
সমস্ত বাংলা দেশকে বিজ্ঞানচর্চার দীক্ষিত করা আবশ্যিক। তাহা  
হইলেই বিজ্ঞান সত্য সার্থক হইবে।"

—রবীন্দ্রনাথ



# କିଶୋର ବିଜ୍ଞାନୀର ଦମ୍ଭର

ଜ୍ଞାନ ଓ ବିଜ୍ଞାନ

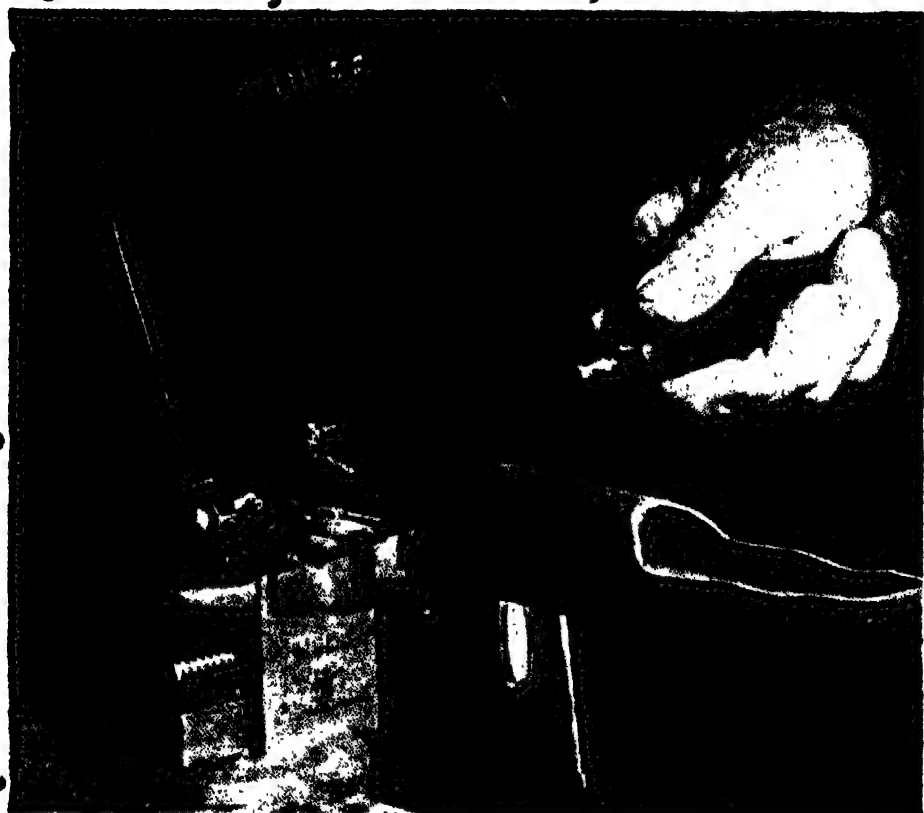
ଜାନୁଆରୀ — 1973

ଷଡ଼ବିଂଶତିତମ ବର୍ଷ : ପ୍ରଥମ ସଂଖ୍ୟା



## অভিন্নব করাড

সম্প্রতি লণ্ডনে আয়োজিত 19তম আন্তর্জাতিক হস্তশিল্প ও “নিজে কর” প্রদর্শনীতে একটি অভিন্নব করাড প্রদর্শিত হয়েছে। এর নাম এভেন কোপিং করাড (Aven Coping Saw)। ফ্রেট-স (Fret-saw)-এর মত এই ক্ষুদ্র করাডটিকে নানা প্রকার সূক্ষ্ম ও চটিল কাজের জন্য



ব্যবহার করা যেতে পারে। প্রাইউভ, প্রাইকের পাত, মাস কাটবার (কাচডহ) ইত্যাদি,— এমন কি নরম ধাতুকেও এই করাডের সাহায্যে বক্রাকারে বা নালকাকারে কাটা যায়। কাবন-টীলের দ্বারা নির্মিত এই করাডের প্রতি ইঞ্চিতে 14টি করে দাঁত আছে। প্রয়োজনমত করাডের ফলকটিকে যে কোন কোণে ঘুরিয়ে কাজ করা যেতে পারে।



## পরিব্রাজক পাখী

পৃথিবীতে কয়েক জাতের পাখী দেখা যায়, যারা নির্দিষ্ট ঋতুতে নিজাদের বাসস্থান ছেড়ে নিকটবর্তী বা বহু দূরবর্তী অঞ্চলে চলে যায় আবার নির্দিষ্ট সময়ে স্বস্থানে ফিরে আসে। প্রতি বছর শীতের শুরুতে কলকাতা চিড়িয়াখানার জলার ধারে যে হাজার হাজার পাখীকে উড়ে আসতে দেখা যায়, তারা এই সময়ে আসে সুদূর মানস সরোবর অঞ্চল থেকে। শীতের শেষে ওরা আবার আগেকার জায়গার ফিরে যায়। এগুলিকেই সাধারণতঃ বলা হয় পরিব্রাজক পাখী।

সাইপ পাখী দলবদ্ধভাবে আপান থেকে তাসমানিয়া পর্যন্ত (দূরত্ব প্রায় 3000 মাইল) না খেয়ে স্বচ্ছন্দে উড়ে যেতে পারে। উচ্চ ককেরা শীতের শুরুতে হিমালয় থেকে নীলগিরি অঞ্চল পর্যন্ত 1500 মাইল পথ সোজা চলে আসে। কুত্মাকৃতির ইউরোপীয় চড়ুই পাখীদের কাছে জিরাণ্টার প্রণালী পারাপার করা তো কিছুই নয়। একটানা ওড়বার ব্যাপারে সম্ভবতঃ আলত্রেটসের তুলনা নেই। এরা পর-পর ছ-বার ডিম পাড়বার মধ্যবর্তী সময়ে সমুদ্রের উপর ডানা মেলে একটানা ভেসে বেড়ায়।

পাখীদের দীর্ঘ দূরত্ব অতিক্রম করার কথা বললাম, কিন্তু সকল জাতের পাখীই দীর্ঘ দূরত্ব অতিক্রম করতে ভালবাসে না। আবার এমন পাখীরও অভাব নেই, যারা নিজের জায়গা ছেড়ে নড়তেই চায় না। আমাদের আশেপাশে, বাড়ীর দেয়ালে কিংবা নর্দমার ধারে যে সব কাক, শালিক প্রভৃতি পাখী দেখা যায়, তারা কখনই খুব একটা দূরে যায় না। দিনের শুরুতে নিজের বাসার আশেপাশে খাবারের সন্ধানে ঘোরাফেরা করে দিনের শেষে আবার বাসার ফিরে যায়। মেরু অঞ্চলের পেঙ্গুইন পাখীরা কখনই নিজাদের অঞ্চলের বাইরে যায় না।

দূর বা নিকটবর্তী যে ধরণের ভ্রমণই হোক না কেন, বৈজ্ঞানিকদের কাছে সব রকম ভ্রমণেরই গুরুত্ব অপরিণীম। প্রকৃতিতে বিনা কারণে কোন ব্যাপারই ঘটে না, পাখীদের এই ভ্রমণের পিছনেও যথেষ্ট কারণ রয়েছে। বিজ্ঞানীরা লক্ষ্য করেছেন, উত্তর গোলার্ধে শীতের শুরুতে পাখীদের মধ্যে দক্ষিণ গোলার্ধে উড়ে যাবার প্রবণতা বেড়ে যায়। এর কারণ সম্ভবতঃ এই সময়ে উত্তর গোলার্ধে অসহনীয় ঠাণ্ডা এবং খাদ্যভাব। আধুনিক পক্ষিতত্ত্ববিদদের মতে, কেবল শীত এবং খাবারের অভাবই পাখীদের এক দেশ থেকে অন্য দেশে যেতে বাধ্য করে না, উড়ে বেড়ানোটা পক্ষিকুলের স্বভাবজাত ধর্ম, এক কথায় ওরা বেড়াতে ভালবাসে তাই উড়ে বেড়ায়। বিজ্ঞানীদের আরো ধারণা যে, ডিম পাড়বার উপযুক্ত স্থানের সন্ধানের ক্ষেত্রেও ওরা অল্প দেশে পাড়ি জমায়।



পাখীদের বিদেশ বাজার মধ্যে কতকগুলি সজার ব্যাপার দেখা যায়। যখন কোন এক জাতের পাখী বিদেশের পথে রওনা হয়, তখন তাদের মধ্যে যারা যরোজ্যেট (যারা আগেও বিদেশ ভ্রমণ করেছে) তারাই প্রথম রওনা হয়। এদের পিছনে চলতে থাকে অপেক্ষাকৃত তরুণের দল। শুধু তাই নয়, পরিব্রাজক পাখীরা বাজার আগে পুরনো পালক বলিরে কেলে দেয় ; তার জায়গার জমায় নতুন পালক।

পাখীদের ভ্রমণ-যাত্রার মধ্যে সবচেয়ে চমকপ্রদ ব্যাপার হলো—এদের দিক নির্ণয়ের অসাধারণ ক্ষমতা। মাঝে মাঝে হু-একটা দলছুই পাখী তার নির্দিষ্ট গন্তব্যস্থল থেকে পথ হারিয়ে অস্ত জায়গায় চলে গেছে, এমন খবরও সময়ে সময়ে শোনা যায়। কিন্তু একদল পাখী পথ হারিয়ে অস্ত জায়গায় চলে গেছে, এমন কোন ঘটনার কথা আজ পর্যন্ত জানা যায় নি। ইউরোপের বর্ণিত পলতার পাখী আলাদার একেবারে পশ্চিম দিকে ডিম পেড়ে সেখান থেকে রওনা হয়ে প্রশান্ত মহাসাগর অতিক্রম করে তার প্রীমাবাসে নির্ধারিত সময়ে অবতরণ করতে কখনই ভুল করে না। বিখ্যাত জার্মান পকিতত্ত্ববিদ G. V. T. Mathews এবং Gustav Karmer সুনির্দিষ্ট পরীক্ষা করে দেখিয়েছেন, সাধারণভাবে দিনের বেলায় সূর্য এবং রাতের তারা পাখীদের পথ চিনে নিতে সাহায্য করে। কিন্তু এটাই পাখীদের পথ চিনে নেবার ব্যাপারে শেষ কথা নয় ; কেন না যেসব রাতের যখন আকাশে গ্রহ-তারা কিছুই দেখা যায় না—তখনও কিন্তু পাখীদের পথ চিনে নিতে কোন অশ্রুবিধা হয় না। পারদ্রাদের পথ চিনে নেবার ব্যাপারে বিশেষ উল্লেখযোগ্য ব্যাপার এই যে, এরা পৃথিবীর উত্তর এবং দক্ষিণ মেরুর মধ্যে অবস্থিত চৌম্বক ক্ষেত্রকে অনুধাবন করতে পারে এবং অনেক দূরে ছেড়ে দিয়ে এলেও সহজেই পথ চিনে নিজের বাসায় ফিরে আসতে পারে।

যাই হোক না কেন, পাখীদের দিক নির্ণয়ের ক্ষমতা যে অসাধারণ, সে বিষয়ে সন্দেহের অবকাশ নেই। যদি সূর্য ও তারার অবস্থিতি লক্ষ্য করে পথ চিনে চলতে হয়—তাহলে স্বীকার করতেই হবে, এদের দিক নির্ণয় করার ক্ষমতা আধুনিক কোন স্তর বস্তুর চেয়ে কোন অংশেই কম নয়। আবার এমনও হতে পারে, বয়স্ক এবং অভিজ্ঞতাসম্পন্ন পাখীরা তাদের অভিজ্ঞতাকে সফল করে বিদেশের পথে পাড়ি জমায় আর তরুণের দল তাদের লক্ষ্য করে এগিয়ে চলে।

অশ্বিনকুমার রায়চৌধুরী



## পারদর্শিতার পরীক্ষা

তারিখ ও বার সংক্রান্ত ২টি প্রশ্ন নীচে দেওয়া হলো। তোমাদের উত্তর অল্পসংখ্যক বুদ্ধির সমতার সমাধানের ভিত্তিতে তোমাদের কীরকম পারদর্শিতা, তা বুঝতে পারা যাবে।

1.

জানুয়ারি, একোষর	রবি	সোম	মঙ্গল	বুধ	বৃহ	শুক্র	শনি
মে	সোম	মঙ্গল	বুধ	বৃহ	শুক্র	শনি	রবি
এপ্রিল	মঙ্গল	বুধ	বৃহ	শুক্র	শনি	রবি	সোম
ফেব্রুয়ারি, মার্চ, নভেম্বর	বুধ	বৃহ	শুক্র	শনি	রবি	সোম	মঙ্গল
জুন	বৃহ	শুক্র	শনি	রবি	সোম	মঙ্গল	বুধ
সেপ্টেম্বর, ডিসেম্বর	শুক্র	শনি	রবি	সোম	মঙ্গল	বুধ	বৃহ
এপ্রিল, জুলাই	শনি	রবি	সোম	মঙ্গল	বুধ	বৃহ	শুক্র
1973		1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27
	28	29	30	31			

উপরের ছকটি হচ্ছে 1973 খ্রীস্টাব্দের ক্যালেন্ডার (এতে মঙ্গল ও বৃহস্পতিক সংক্ষেপে 'ম' ও 'বৃ' লেখা হয়েছে)। কোন তারিখ কি বার জানতে হলে তারিখটির যে মাস, সেই মাসের সারি এবং যে দিন, সেই দিনের স্তম্ভ—ঐ সারি ও স্তম্ভ অল্পসংখ্যক বারটি দেখে নিতে হবে। উদাহরণ হিসাবে ধরা যাক, 15ই অগাষ্ট কি বার জানতে হবে। অগাষ্ট আছে তৃতীয় সারিতে এবং 15 আছে দ্বিতীয় স্তম্ভে। তৃতীয় সারি ও দ্বিতীয় স্তম্ভ অল্পসংখ্যক বার হলো বুধ। সুতরাং 1973 খ্রীস্টাব্দের 15ই অগাষ্ট বুধবার।

এইবার উপরের ছকটির মত 1379 বাংলা সালের একটি ক্যালেন্ডার তোমরা নিজেরা তৈরি করো তো! তোমাদের বলে দিচ্ছি, এই সালের পরলা বৈশাখ ছিল শুক্রবার এবং



বিভিন্ন মাসের দিন-সংখ্যা হলো : বৈশাখ—31, জ্যৈষ্ঠ—31, আষাঢ়—32, শ্রাবণ—32, ভাদ্র—31, আশ্বিন—30, কার্তিক—30, অগ্রহায়ণ—29, পৌষ—30, মাঘ—29, ফাল্গুন—30 এবং চৈত্র—30।

2. নিম্নলিখিত তারিখগুলি কি কি বার ছিল ?—

- ক) 1947 খৃষ্টাব্দের 15ই অগাষ্ট
- খ) 1950 খৃষ্টাব্দের 26শে জানুয়ারী
- গ) 1969 খৃষ্টাব্দের 21শে জুলাই
- ঘ) 1971 খৃষ্টাব্দের 16ই ডিসেম্বর

( উত্তরের অন্তে 61নং পৃষ্ঠা দেখ )

প্রকাশক দাশগুপ্ত ও জগদ্বন বসু\*

\* সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার বিজ্ঞান, কলিকাতা-9

## স্কাভি রোগ ও ভিটামিন-সি

1747 সালে ইংল্যান্ডের দক্ষিণ উপকূল থেকে শত্রু জাহাজকে দূরে রাখবার জন্যে স্কালিস-বারি যুদ্ধজাহাজটিকে তিন মাস ধরে টহল দিয়ে বেড়াতে হয়েছিল। কিন্তু শত্রুর কোন যুদ্ধ-জাহাজ তো দূরের কথা, মনে রাখবার মত কোন যুদ্ধও সেখানে হয় নি। কিন্তু এই যুদ্ধ-জাহাজটির টহলদারীর সঙ্গে ভিটামিন-সি আবিষ্কারের একটা ঐতিহাসিক ঘটনা জড়িত ছিল। শত্রুসৈন্তের অসুপস্থিতি সবেও এক অদৃষ্ট শত্রুর সঙ্গে মোকাবেলার এই জাহাজের বহু সৈন্তের প্রাণহানি ঘটে। এই অদৃষ্ট শত্রু হলো স্কাভি নামে একপ্রকার রোগ। কেউ জানতো না, কেমন করে এই রোগের প্রতিকার করা যায়।

31 বছর বয়স্ক ডক্টর মোডকেল অকিসার ডাঃ জেমস লিও স্কাভি রোগ প্রতিকারের উপায় খের করেন। সমুদ্রযাত্রার কয়েক সপ্তাহের মধ্যেই তিনি লক্ষ্য করেন যে, নাবিকেরা অনেকেই খুব দুর্বল বোধ করছে, কেউ কেউ মারা যাচ্ছে।

ডাঃ লিও এর আগে পশ্চিম ভারতীয় দ্বীপপুঞ্জ ও কুম্বাসাগরে অনেকবার পাড়ি দিয়েছেন এবং দেখেছেন স্কাভিতে আক্রান্ত হয়ে নাবিকেরা কিরূপ অসহায়ভাবে মৃত্যুবরণ করেছে। অতি প্রাচীন কালেও এই রোগের প্রাদুর্ভাব ছিল। এমন কি, বাইবেলে দেখা যায় যে, অব তার খাউসায়ঐ ও বেবণাল সবই হারার। তারপরে তার অনুশ্রব করে, বার কলে তার সারা গারে বা হর এবং শরীরটা বঁকে বার গোটের বীকা কলারটার মত, চামড়া কালো হয়ে যায় এবং শরীরের হাড়গুলিতে প্রচণ্ড আলাপোঁষ করতে থাকে। বাইবেলের এই



কাহিনী পড়ে ডাঃ লিও অল্ফান করেন যে জবের কার্ভিই হয়েছিল। অনেক অল্ফানদের পর ডাঃ লিও সিদ্ধান্ত করেন—টাইফা ব্যাকটেরিয়া সরবরাহের সঙ্গে এর একটা যোগাযোগ রয়েছে।

খুব সম্ভব ত্রয়োদশ শতকে গ্রীক বৈজ্ঞানিক হিপোক্রেটিসই প্রথম কার্ভি রোগ নির্ণয় করেন। ইতিহাসের পুরনো পাতা খুঁজতে খুঁজতে ডাঃ লিও আরও দেখলেন যে, পঞ্চদশ শতাব্দীর শেষভাগে যখন ডাকো-ডি-গামা উত্তরাংশ অন্তরীপ পরিক্রমা করে ভারতে আসেন এবং পুনরায় পর্তুগালে কিংবদন্তি বান, তখন তাঁর জাহাজের নাবিকদের প্রায় হুই-তৃতীয়াংশ কার্ভি রোগে মারা যায়। আবার 1535 সালে ক্রাসী নাবিক জ্যাক কার্ভিয়ের সেউ লয়েল নদীতে দারুণ শীতের মধ্যে বহু দিন থাকতে বাধ্য হন এবং তাঁর জাহাজের নাবিকদের মধ্যে কার্ভি রোগের প্রাদুর্ভাব ঘটে। ইউরোপীয় নাবিকদের রোগব্যাধির সহায়ত্বটি প্রকাশ করে সেখানকার আদিবাসীরা সবুজ গাছপালা শাকসবজী নিছক করে এই নাবিকদের মধ্যে আহার্য হিসাবে বিতরণ করতে থাকেন। কলে দেখা যায়, মাত্র 6 দিনের মধ্যে শতকরা 80% জন আরোগ্য লাভ করেন।

1564 সালে একটি ওলন্দাজ জাহাজ স্পেন থেকে দেশে ফেরার পথে নাবিকেরা কার্ভি রোগের কবলে পড়ে। সৌভাগ্যবশতঃ নাবিকেরা স্পেন থেকে প্রচুর টাইফা কমলালেবু ও পাতিলেবু সংগ্রহ করেছিল একজন ওলন্দাজ ব্যবসায়ীর সওদা হিসাবে। কয়েক জন মুতু্যপথ যাত্রী নাবিক ক্যাপ্টেনের কাছে কয়েকটি কমলা ও পাতিলেবুর রস পান করার বাসনা প্রকাশ করে। ক্যাপ্টেন তাদের তা দেন। অবাক কাণ্ড—দেখা যায় যে, লেবুর রস পান করার পর কার্ভি রোগাক্রান্ত নাবিকেরা দ্রুত আরোগ্যের পথে যেতে থাকে।

1747 সালের 20শে মে ডাঃ লিও বারো জন কার্ভি রোগাক্রান্ত নাবিককে নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা শুরু করেন। হু-জন হু-জন করে বারো জনকে হরটা দলে ভাগ করেন। প্রথম দলের হু-জনকে ডাঃ লিও প্রতি দিনের খাদ্য ও পানীয় ছাড়া হু-কাপ করে আপেলের রস দিতে থাকেন। দ্বিতীয় দলের হু-জনকে দিনে তিনবার করে হু-চামচ ভিনিগার দেওয়া হয়, আরেকটি দলের হু-জনকে দেওয়া হয় Elixir vitriol নামে একটি ওষুধ, যাতে থাকে লবু সালফিউরিক অ্যাসিড এবং আলকোহল, যেটা আদা ও বড় এলাচের গন্ধে ভরপুর। আরেক দলের হু-জনকে রসুন, সরষে ও একটি বিশেষ জাতের গুল্ম শুকিয়ে গুঁড়ো করে ওষুধের মত খাওয়ানো হতো। পঞ্চম দলকে দেওয়া হলো আধ বোতল করে সবুজের লবণাক্ত জল এবং শেষের দলকে দেওয়া হলো হুটি করে কমলালেবু ও একটা করে পাতিলেবু। সবাইকে ছয় দিনের ভেত্রে এই ব্যবস্থা অব্যাহত রাখা খাদ্য ও পানীয় গ্রহণ করতে হয়। দেখা গেল, বারো কমলা ও পাতিলেবু খেয়েছিল, তারাই সবচেয়ে ডাকাতাড়ি সুস্থ হয়ে ওঠেন।



ডাঃ লিও ক্রিগে এসে কার্ভি রোগ সম্বন্ধে তাঁর অহুসঙ্কানের কল প্রকাশ করেন। তিনি সেই থেকে প্রতিবার সমুদ্রযাত্রার সময় বেশ কিছু কমলা ও পাতিলেবু সঙ্গে নিয়ে যেতেন। কার্পেন্টন জেহুস্ কুক 1768 সালে তাঁর পৃথিবী প্রদক্ষিণের সময় প্রচুর পরিমাণে কমলা ও পাতিলেবু সঙ্গে নেন এবং ক্রিগে আসা অবধি তাঁর কোন নাবিকই অসুস্থ হয়ে পড়েন নি। এর জন্তে প্রত্যাবর্তনের পর রয়েল সোসাইটি থেকে তাঁকে স্বর্ণপদক দেওয়া হয়। কিন্তু কার্ভি রোগ প্রতিরোধের আসল নায়ক ডাঃ লিও কোন স্বীকৃতিই পেলেন না।

1795 সালে ডাঃ লিওর মৃত্যুর এক বছর পরে ব্রিটিশ সরকার প্রত্যেক জাহাজেই নাবিকদের জন্তে প্রচুর পরিমাণে পাতি লেবু ও কমলালেবু মজুত রাখবার নির্দেশ জারি করে নাবিকদের নিরাপত্তা সংক্রান্ত একটি আইন প্রণয়ন করেন। 1912 সালে একজন পোলিশ রসায়নবিদ লণ্ডনে ডাঃ লিওর অহুসঙ্কানকে কাজে লাগিয়ে ভিটামিন সম্বন্ধে গবেষণা করেন। তারপর আরও দুই শতক বাদে আমেরিকার একজন বৈজ্ঞানিক পিট্‌সবার্গ লেবুর রস থেকে ভিটামিন-সি আবিষ্কার করেন। প্রতিদিন এক হাজার থেকে দেড় হাজার আন্তর্জাতিক ইউনিট বা 50-75 মিলিগ্রাম আ্যাক্সিক অ্যাসিড প্রত্যেকেরই অবশ্য গ্রহণীয়। এই আ্যাক্সিক অ্যাসিডই হলো ভিটামিন-সি।

এতকণে এটা নিশ্চয়ই পরিষ্কার হয়েছে যে, ভিটামিন-সি-এর অভাবজনিত রোগ হলো কার্ভি। আর তাঁর লক্ষণগুলি হলো ঠাঁড়ের মাড়ি থেকে রক্ত পড়া, চামড়া, পেশী কিংবা অস্থি-র বহিরাবরণের নীচে কিংবা বুক বা অন্ত্রের মধ্যে রক্তপাত ইত্যাদি।

কমলা লেবু পাতিলেবু, সরষতী লেবু, বাতাবী লেবু, মুনাসি, টোম্যাটো, আমলকি, প্রায় সব রকম ডাঙ্গা ফল, শিকড়জাত তরকারি ও সব্জিতে ভিটামিন-সি পাওয়া যায়। গরুর দুধে ভিটামিন-সি থাকে কম। তাঁর উপরে পাক্তরীকরণ পদ্ধতির কলে দুধের সমস্ত ভিটামিন-সি-টুকুই নষ্ট হয়ে যায়। সেজন্তে মাতৃস্তনপায়ীদের মধ্যে কার্ভির প্রকোপ খুবই কম; কারণ দুধের ভিটামিন-সি সবটাই তারা পায়।

ঐআরতি লম্বী



# উত্তর

( পারদর্শিতার পরীক্ষা )

1.

বৈশাখ, জ্যৈষ্ঠ, অগ্রহায়ণ	রবি	সোম	মঙ্গল	বুধ	বৃহ	শুক্র	শনি
চৈত্র	সোম	মঙ্গল	বুধ	বৃহ	শুক্র	শনি	রবি
	মঙ্গল	বুধ	বৃহ	শুক্র	শনি	রবি	সোম
জ্যৈষ্ঠ, শ্রাবণ, আশ্বিন, মাঘ	বুধ	বৃহ	শুক্র	শনি	রবি	সোম	মঙ্গল
ফাল্গুন	বৃহ	শুক্র	শনি	রবি	সোম	মঙ্গল	বুধ
কার্তিক	শুক্র	শনি	রবি	সোম	মঙ্গল	বুধ	বৃহ
আষাঢ়, চৈত্র	শনি	রবি	সোম	মঙ্গল	বুধ	বৃহ	শুক্র
1379						1	2
	3	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23
	24	25	26	27	28	29	30
	31	32					

[ 1379 বাংলা সালের একটি ক্যালেন্ডার উপরে দেওয়া হয়েছে। এর একটি সাক্ষ্যাদে রয়েছে এইভাবে :—প্রথমতঃ 1973 খ্রীস্টাব্দে ক্যালেন্ডারে যেভাবে 'রবি', 'সোম' প্রভৃতি বারগুলির বিভাগ আছে, সেইভাবে এবারও লেখা হলো। তারপর প্রথম সারির ষাঁ দিকে 'বৈশাখ' লেখা হয়েছে। পরলা বৈশাখ বেবেছু তরবার, সেজন্তে প্রথম সারির যে তন্তে 'তর' আছে, সেই ষ্ট তন্তে বারগুলির তলায় '।' বসানো হলো। এবার '1'-এর পর '2', '3' ... '32' পর্যন্ত বসিয়ে দেওয়া গেল। এখন বাকী রয়েল 'জ্যৈষ্ঠ', 'আষাঢ়' প্রভৃতি বারগুলি লেখা। বৈশাখ মাসের দিন-সংখ্যা 31—জুতরাং পরলা বৈশাখ ও পরলা জ্যৈষ্ঠের মধ্যে 31 দিন অর্থাৎ 4 সপ্তাহ 3 দিনের তরবার। পরলা বৈশাখ তরবার জুতরাং পরলা জ্যৈষ্ঠের বার 3 দিন এগিয়ে থাকবে, অর্থাৎ পরলা জ্যৈষ্ঠ হলো সোমবার। যে তন্তে '1' বসানো হয়েছে, সেই ষ্ট তন্তের চতুর্থ সারিতে 'সোম' আছে। সেজন্তে ঐ চতুর্থ সারির ষাঁ দিকে 'জ্যৈষ্ঠ'



লেখা হলো। পরলা জ্যেষ্ঠ ও পরলা আবারের মধ্যে তফাৎ 31 দিনের বা 4 সপ্তাহ 3 দিনের। পরলা জ্যেষ্ঠ সোমবার হওয়ার পরলা আবার হবে বুধস্পতিবার। যষ্ঠ তত্তের সপ্তম সারিতে 'বুধ' আছে। সূত্রমাং সপ্তম সারির ঐ দিকে 'আবার' লেখা হলো। এইভাবে পরলা জ্ঞান, পরলা তার প্রভৃতির বার স্থির করে নিয়ে '1'-এর তত্ত অর্থাৎ যষ্ঠ তত্তে বারগুলির অবস্থান অস্থায়ী 'জ্ঞান', 'তার' ইত্যাদি বখাবধ সারির ঐ দিকে লিখে দিলে ক্যালেন্ডার তৈরির কাজ সম্পূর্ণ হলো।

বার, দিন ও হাসকে অন্ততাবে সাক্ষিয়েও এইরকম ক্যালেন্ডার তৈরি করা যায়। তবে সাধারণ এখা অস্থায়ী যদি বারগুলির মধ্যে 'রবি'কে এবং হাসগুলির মধ্যে 'ঐশাখ'কে প্রথমে বসানো যায়, তাহলে প্রকৃত ক্যালেন্ডারটিই হবে ঐলিত ক্যালেন্ডার।

ভাষা চোটা করে দেখো তো। 1894 শকাব্দের ক্যালেন্ডার তৈরি করতে পারো কি না।]

## 2. (ক) শুক্রবার

[1মঃ প্রথমে প্রকৃত 1973 খৃষ্টাব্দের ক্যালেন্ডারে দেখা যাচ্ছে, ঐ খৃষ্টাব্দের 15ই অগাষ্ট হচ্ছে বুধবার। এখন সাধারণতঃ বছরে 365 দিন বা 52 সপ্তাহ 1 দিন থাকে, লীপ-ইয়ারে থাকে 52 সপ্তাহ 2 দিন। 1947 ও 1973 খৃষ্টাব্দে মধ্যে 7টি লীপ-ইয়ার ও 19টি সাধারণ বছর রয়েছে। সূত্রমাং বারের হিসাবে 1973 খৃষ্টাব্দের 15ই অগাষ্টের তুলনায় 1947 খৃষ্টাব্দের 15ই অগাষ্ট  $7 \times 2 + 19 \times 1 = 33$  দিন বা 4 সপ্তাহ 5 দিন পিছিয়ে ছিল। 15ই অগাষ্ট, 1973 যেহেতু বুধবার, 1947 খৃষ্টাব্দের 15ই অগাষ্টের বার ছিল 5 দিন পিছিয়ে অর্থাৎ শুক্রবার।]

(খ) বুধস্পতিবার

(গ) সোমবার

(ঘ) বুধস্পতিবার

[(ক)-এর মত একই পদ্ধতিতে (খ), (গ) ও (ঘ)-এর ক্ষেত্রে বার নির্ণয় করা যায়।]

## প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1.: দেহের মেদবৃদ্ধির কারণ কি? তার প্রতিকার সম্পর্কে কিছু বলুন।

কবিতা চক্রবর্তী, বহরমপুর।

উত্তর 1.: শরীরে প্রয়োজনের তুলনায় বেশী পুষ্টিকর খাদ্য গ্রহণ করলে মেদবৃদ্ধি হয়। এছাড়া কম শারীরিক পরিশ্রম, আলস, দিবানিদ্রা, শরীরের বিভিন্ন গ্রন্থির অস্বাভাবিক অবস্থা মেদবৃদ্ধিতে সাহায্য করে। দৈনন্দিন খাদ্যতালিকার বি, চিনি, শর্করাজাতীয় খাদ্য প্রভৃতির পরিমাণ বেশী থাকলে শরীরের মধ্যে তা স্বাভাবিকভাবে বর্জিত হয় না। কলে একাত্তর খাদ্য দেহকে মেদবৃদ্ধি করে তোলে। মস্তিষ্কের হাইপোথ্যালামাস ক্ষুব্ধাবোধকে নিয়ন্ত্রণ করে। কোন কারণে হাইপোথ্যালামাস কতিপ্রেত্ব হলে স্বাভাবিক ক্ষুধার উত্তেজক হয়, যা মেদবৃদ্ধির কারণ হয়ে পড়ে। এছাড়াও পাইরয়েড গ্রন্থির অরূপ হ্রাস পেলে শরীরকে



মেদবহুল করে তোলে। কেননা এই হ্রাসে দেহের মধ্যকার দহনক্রিয়া হ্রাস পায়, কলে খাঁত বেশী হয়ে গিয়ে শরীরে জমে যায়, যা মেদের সৃষ্টি করে। মানসিক কারণেও মেদবৃদ্ধি হয়ে থাকে। মেদবহুল শরীরে জংপিণ্ড, অগ্নাশয়, বৃক, হার্নিয়া প্রুথোএমবলিজন্ম প্রভৃতি রোগের জন্ম প্রকাশ পায়।

মেদ কমানোর জন্তে বাজারে কিছু কিছু ওষুধের ব্যবহার দেখা যায়, কিন্তু তা খুবই অস্বাস্থ্যকর। এ সমস্ত ওষুধের মূলে আছে দেহের দহনকার্য বাড়িয়ে দেওয়া, যার কলে মেদ হ্রাস পায়। কিন্তু এ সব ওষুধ ব্যবহারে জংপিণ্ডের জন্ম স্পন্দন, ধমনীর গতিবৃদ্ধি, অর ইত্যাদি বিপত্তির প্রকাশ পায়। শারীরিক পরিশ্রম বৃদ্ধি, ব্যায়াম, নিয়মিত স্নান, অঙ্গ-মর্দন, প্রভৃতির মাধ্যমে দেহের মেদ অপসারণ করা সম্ভব। কেননা এ সবের জন্তে প্রয়োজনীয় শক্তি দেহের সঞ্চিত মেদই সরবরাহ করে থাকে।

মেদ অপসারণের জন্তে সবচেয়ে বেশী প্রয়োজন হচ্ছে খাটঅথবা হ্রাস করা। তাহাড়া খাটতালিকার প্রোটিনবহুল খাটঅথাই প্রধান হওয়া প্রয়োজন। দি, মিক্টার, মাখন, শর্করাজাতীয় খাট ইত্যাদি বড় কম গ্রহণ করা যায়, ততই ভাল।

শরীরের মধ্য খাট জীর্ণ হওয়ার সময় যে উত্তাপের সৃষ্টি হয়, তা দিয়েই খাটকে পরিমাপ করা হয়। এই উত্তাপ থেকেই শরীর শক্তি পায়। কাজেই মেদবহুল ব্যক্তির খাটে উত্তাপের পরিমাণ যাতে কম থাকে, তার দিকেও নজর দেওয়া প্রয়োজন তবে এই খাটের পরিমাণ দৈনন্দিন পরিশ্রমের অনুপাতেই নির্ধারিত হবে।

ডাক্তারদের দেখে

• ইনস্টিটিউট অব রেডিও কেমিস্ট্রি অ্যান্ড ইলেকট্রনিক্স; বিজ্ঞান কলেজ, কলিকাতা-9

## বিবিধ

### অ্যাপোলো-17-এর চম্পাতিযান

গত 7ই ডিসেম্বর ফ্লোরিডার কেনেডি স্পেস সেন্টার থেকে অ্যাপোলো-17 মহাকাশযান চম্পাতিযানে বাজা করেছিল। এযানের অভিযানেই প্রথম একজন পেশাদার বিজ্ঞানী যাত্রী ছিলেন 37 বছর বয়স্ক হারিসন এম. স্মিট। তিনি কুড্লে সি-এইচ. ডি। তিনি চম্পাতিযানের যাত্রী (সুবার বডিউল) ডায়েরি-ছিলেন।

অভিযাত্রীদের নেতা অর্থাৎ অ্যাপোলো-17-এর পরিচালক ছিলেন ইটভিন সারনান (বয়স 40)।

সারনান এবং স্মিট চম্পাতিযানে অবতরণ করেন। অভিযানের তৃতীয় যাত্রী ছিলেন য়োনাক ট ইভাল (বয়স 37)। তিনি মূল যানে করে চম্পাতিযানে অবতরণ করেন।

অ্যাপোলো-17 অভিযানে এই তৃতীয়বার উন্নত যন্ত্রের মহাকাশযান ব্যবহৃত হয়। এই অভিযানে ব্যাটারীজালিত টানের পাড়ী (সুবার বডিউল) বয়ে নিয়ে যাত্রা হয়েছিল।

অ্যাপোলো-17 অভিযানে কয়েকটি বৈজ্ঞানিক চম্পাতি নিয়ে যাত্রা হয়েছিল, যন্ত্রগুলির একটি হলো সুবার সারকেন্স প্র্যাকটিসিটার। এটির কাজ



হিল চক্রের উপর পৃথিবী ও অগ্নিত গ্রহ-উপগ্রহের মহাকর্ষ প্রভুতিকে বিশ্লেষণ করা। অপর একটি বহু চক্রের অভ্যন্তর থেকে নির্গত অতি বহু পরিমাণ গ্যাসের অনুভূতিক বিশ্লেষণ করেছিল। তৃতীয় একটি বহু চক্রপুটে মহাকাশ থেকে কি পরিমাণ ধূলি এসে অবধি, তার পরিমাপ করে এবং চক্রপুটে উড়ার সংঘাতে উৎক্লিষ্ট বস্তুশিঙের পতনের কালে চক্রপুটে ভূমি অবস্থারের হিসাব নেয় এবং চতুর্থ বহু চক্রপুটে বিস্ফোরণ ঘটলে ক্যামেরা হিসাব নেয়, বার সাহায্যে চাঁদের ভৌত উপকরণগুলির বিস্ফোরণ সম্ভব হবে। অ্যাপোলো-17 এছাড়া অল্প যে সকল বহু নিয়ে গিয়েছিল, তার একটি হলো 'চক্রপুটের বৈজ্ঞানিক ভণ্ডাশ' সম্পর্কিত বহু। এর সাহায্যে চক্রপুটের তলাকার তর-বিজ্ঞান নির্ণয় করা হয়। চক্রে অলের অভ্যন্তর আছে কি না, তা নির্ণয়ের পক্ষে এটি সহায়ক। অপর একটি বহু হলো 'লুনার গ্র্যাভিটি ট্রান্সার'। বহু চাঁদের

পাড়িতে বসানো হয় এবং মহাকাশচারীরা যে সব অকলে অভিবান চালান, সেবাব্যবহার অভিকর্ষের হ্রাস পাওয়া যায় এর সাহায্যে। আর একটি বহু 'লুনার নিউক্লিয়ার প্রোব' চাঁদে ভূমির অবস্থা অবস্থা তার বুদ্ধি সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করে।

12ই ডিসেম্বর 1972 ভারতীয় সময় রাত্টি 1-25 মিনিটে সারানান এবং দ্বিট চাক্ষুসের চক্রপুটে ট্রান্স নিউক্লিয়ার এলাকার অবতরণ করেন। 15ই ডিসেম্বর ভারতীয় সময় রাত্টি 4-26 মিনিটে তাঁরা চাক্ষুসে চক্রে চক্র প্রদক্ষিণরত লুনা বার অ্যাপোলো-17তে আনেন। 20শে ডিসেম্বর ভারতীয় সময় রাত্টি 12-54 মিনিটে তাঁরা নিরাপদে প্রাণত মহাকাশগারে অবতরণ করেন। অ্যাপোলো-17 অভিবানের পর সুকসাইট থেকে অ্যাপোলো একক্রে কোন মহাকাশচারী মহাকাশবান চাঁদে আর পাঠানো হবে না।

## প্রতিবাদ

বই প্রেরিত অত পি. দত্ত ও এস. দত্ত প্রণীত 'গণিতের সব রূপায়ণ' (প্রকাশিকা: হুদীপা দত্ত, ভূতপূর্ব রাঅবনী প্রোগ্রাম, 2নং রাঅবনী বিজ্ঞি লেন, কলিকাতা-12) পুস্তকটির লেখকদ্বয়ের একান্ত অহরোহে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের সত্যাপতি অব্যাপক সভাপ্রধান বহু ও কর্তৃপক্ষ হিসাবে আমি পুস্তকটির সুবন্দুতপে প্রকাশের অত প্রায় দুই দশ পূর্বে ঐ পুস্তক সম্পর্কে আশাবাদের অভিবত নিখিয়া বিজ্ঞাছিল। আশাবাদের অভিবতকে সুবব ও নিরপেক রাবিবার উদ্দেশে উদ্ভাভে একদিকে যেমন পুস্তকখানির বিজ্ঞি বৈশিষ্ট্য ও আকর্ষণীয়তার উল্লেখ ছিল, অতদিকে

তবেম উদ্ভার কয়েকটি ক্রটি-বিচ্যুতি সম্পর্কে বক্তব্য করা হইয়াছিল। পুস্তকটি প্রকাশের পর আমি অত্যন্ত কোভের সহিত লক্ষ্য করিতেছি যে, আশাবাদের বক্তব্যের মধ্যে সমালোচনামূলক অংশটি সম্পূর্ণ বাদ দিয়া এবং অবশিষ্ট অংশকেও ভাবে ভাবে বিকৃত করিয়া সেই অর্থ ও বিকৃত সত্যকে উদ্ধৃতি হিসাবে পুস্তকটির সুবন্দুতপে উপস্থাপিত করা হইয়াছে। এইরূপ বিচার্হ কার্যের বিরুদ্ধে প্রতিবাদ জানানো আমি আমার কর্তব্য বলিয়া মনে করি।

অরুণ বহু

তারিখ: 1. 73

কর্তৃপক্ষ

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ

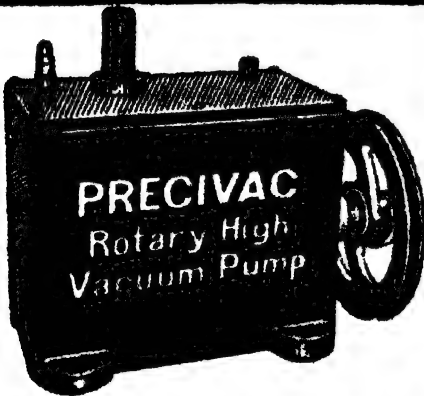
প্রধান সম্পাদক—প্রিন্সিপালসহকারী ডায়ের

ইন্ডিয়ানস্ট্যান ডায়ের কল্ল (পি-23), রাঅা রাঅবনী ট্রা, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং শুভকাল 3777 বৈশাখমাসে, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কল্ল দ্বিত।



## বিষয়-সূচী

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
অধ্যাপক নির্মলকুমার স্বাধীন	...	65
নির্মল	...	66
নির্মলকুমার বসু	...	68
অধ্যাপক নির্মলকুমার বসু	...	71
ভারতীয় বৃ-বিজ্ঞানের বিশারী—অধ্যাপক নির্মলকুমার বসু	...	74
তৈলিক প্রক্রিয়া ও প্রযোজ্যের লব	...	79
উদ্ভিদ-কোষের ভেতর	...	81
কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে সূর্য সঞ্চয়ে গবেষণা	...	85
চা-পান এবং ধান-কাট্ট	...	88
কৃষি-সংবাদ	...	89
প্রাণিবিজ্ঞান প্রেসিবিজ্ঞান নীতি প্রসঙ্গে	...	94



**For Industry, Research  
Educational Institutes  
& Govt. Contractors**

**PRECIVAC ENGINEERING COMPANY**  
C/O: SRI. S. B. CHATTERJEE ROAD  
CALCUTTA-6. PHONE: 4-1017  
Factory: BOHARRA GARDENS, RAJBAGH,  
PO. BALTI. DIST: 21 PARANAGH.

## PYREX TABLE BLOWN GLASS WARE

আমরা পাইরেক্স কীচেন-উটব হইতে  
সকল প্রকার বৈজ্ঞানিক গবেষণাপারের  
অন্ত যাবতীয় যন্ত্রপাতি প্রস্তুত ও সরবরাহ  
করিয়া থাকি।

নিম্ন ঠিকানার অফিসস্থান করুন :

**S. K. Biswas & Co.**  
137, Bowbazar St.  
Koley Buildings, Calcutta-12

Gram : Sorhlet. Phone : 35-9915



## বিষয়-সূচী

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
যতিকে সাইনিক এ. এম. পি-র কৃত্তিকা	...	১০৬
বিজ্ঞান-সংবাদ	...	১১৪

## কিশোর বিজ্ঞানীর দপ্তর

বিপ্লব মহাদেশ	...	অশোক দেব	১১৭
পারদর্শিতার পরীক্ষা	...	ব্রজেন্দ্র দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	১২০
হুজি-বেগ	...	শ্রীমহুজিবহারী বোড়াই	১২১
বিভিন্ন ব্যাটিক্রিয়া	...	অশোক ঘোষদেবদিত্য	১২৩
উত্তর (পারদর্শিতার পরীক্ষা)	...		১২৫
এক ও উত্তর	...	ভারতেশ্বর দে	১২৫
বিবিধ	...		১২৬

## Latest Calcutta University Publication

1. Bangla Abhidhan Granther Parichay, (1743-1867) (বাংলা অভিধান গ্রন্থের পরিচয়) (১৭৪৩-১৮৬৭ খৃঃ) (in Bengali), by Sri Jatindra Mohan Bhattacharya. Royal 8 vo. pp. 336. 1970. Price Rs. 12.00
2. Brindabaner Chhay Goswami (ব্রজাবনের ছায়া গোস্বামী) (in Bengali), by Dr. Nareshchandra Jana. D. 16 mo. pp. 346. 1970. Price Rs. 15.00
3. Collected Poems & Early Poems & Letters, by Sri Manmohan Ghose. Edited by Sm. Lotika Ghose. Royal 8 vo. pp. 320. 1970. Price Rs. 25.00
4. Early Indian Indigenous Coins, edited by D. C. Sircar. Demy 16 mo. pp. 184+1 plate. 1971. Price Rs. 12.00
5. Fundamental of Hinduism (2nd Edition), by Dr. S. C. Chatterjee. Demy 16 mo. pp. 220. 1970. Price Rs. 5.00
6. Foreigners of Ancient India & Lakshmi & Sarasavati in Art & Literature, edited by D. C. Sircar. Demy 16 mo. pp. 200+9 plates. 1970. Price Rs. 12.00
7. Govinda Vijay (গোবিন্দ বিজয়) (in Bengali), edited by Dr. Pijuskanti Mahapatra. D/Demy 16 mo. pp. 584. 1969. Price Rs. 25.00
8. Gopi Chandra Nataka, by Dr. Tarapada Mukherjee. Demy 16 mo. pp. 172. 1970. Price Rs. 10.00
9. Illusion and its Corrections, by Dr. Jatilcoomar Mukherjee. Royal 8 vo. pp. 334. 1969. Price Rs. 20.00
10. Mahabharat (Kavi Sanjoy) (মহাভারত—কবি সঞ্জয় বিবর্তিত), by Dr. Munindrakumar Ghose. Royal 8 vo. pp. 1070. 1669. Price Rs. 40.00

for further details, please enquire :

Publication Department, University of Calcutta

48, HAZRA ROAD, CALCUTTA-19.



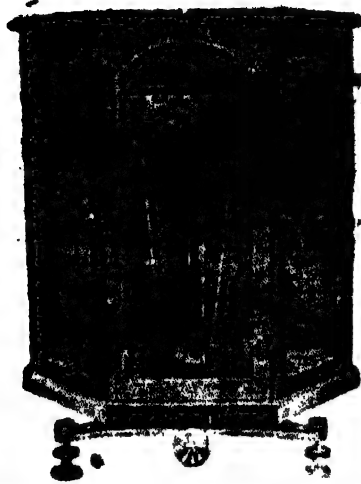
**SOME OF THE  
BASIC PRODUCTS  
MANUFACTURED  
BY US**

**SACCHARIN  
PHENACETIN  
ETHYL OLEATE  
MENTHOL  
STEARIC ACID  
STEARATES  
OLEIC ACID  
GLYCERYL MONO-STEARATE  
ALSO OTHER PHARMACOPOEIAL,  
TECHNICAL CHEMICALS  
& LABORATORY REAGENTS**

**THE  
CALCUTTA CHEMICAL CO. LTD.  
CALCUTTA 29**



আনানিটিক্যাল ব্যালান্স



পবেষণা, শিক্ষা ও শ্রম বিভাগের প্রয়োজনীয়

দ্রুততম পরিমাপ বস প্রস্তুতকারক :

সায়েন্সিয়া ইন্ডাস্ট্রিজ (ইন্ডিয়া) প্রাইভেট লিমিটেড

৩৪, আনানিটিক্যাল বাগান সেন

২২

২, বর্ষভায়া রোড

সাদিকিয়া, হাওড়া

ফোন : ৬৬-৩৪৪৬

বেলুচ, হাওড়া

## লেক্সিন

সর্পদংশনের সুবিখ্যাত মাহৌষধ,

সর্বপ্রকার সর্পবিষ নষ্ট করে।

কলেরায় নির্ভরযোগ্য ঔষধ, প্রতিবেষক

হিসাবেও নিশ্চিত ফলপ্রসূ।

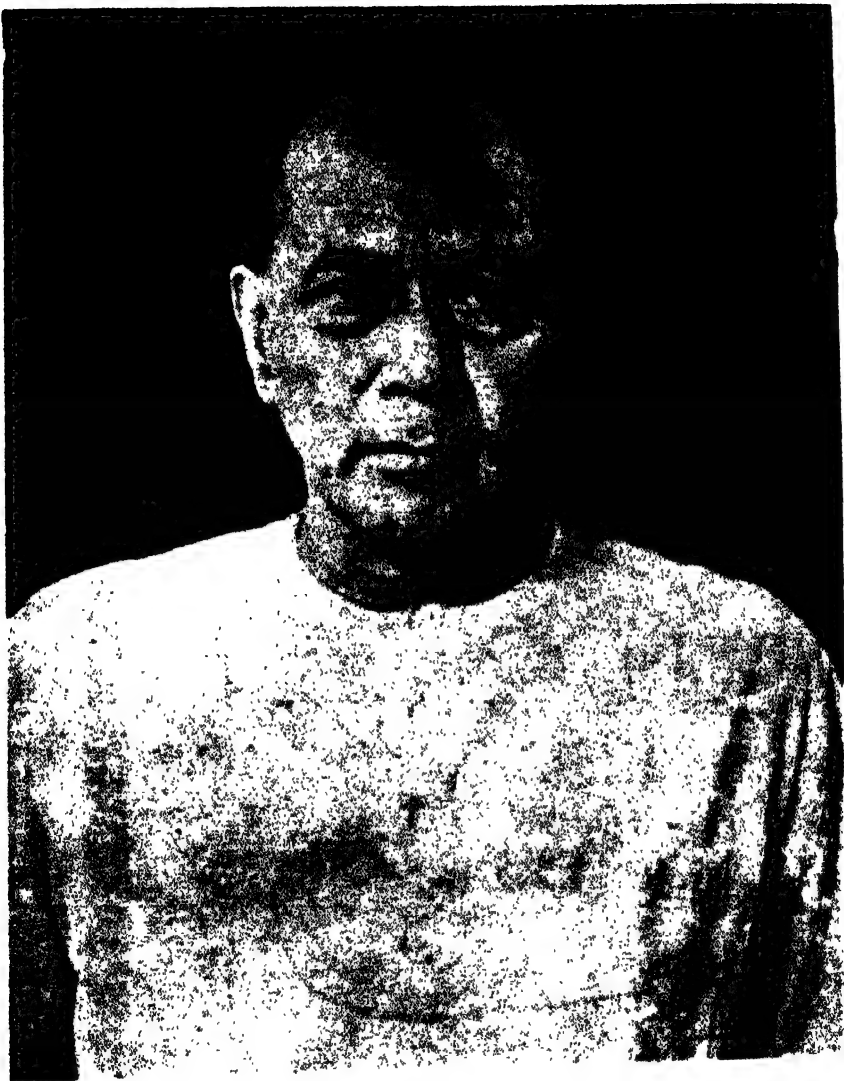
লেক্সিন সকল সস্ত্রান্ত দোকানে পাওয়া যায়।

**পি. আনানিটিক্যাল মিহিকায়, বিহার**

কলিকাতা অফিস : ১০২ ডি, ভায়াগ্রাসাদ হুগলী রোড

কলিকাতা-২৬





অসমীয়া বিপ্লবী

কাল : ২২শে অক্টোবৰ







# জ্ঞান ও বিজ্ঞান

ষড়বিংশতিতম বর্ষ

ফেব্রুয়ারী, ১৯৭৩

দ্বিতীয় সংখ্যা

## অধ্যাপক নির্মলকুমার স্মরণে

আজীবন জ্ঞানতপস্বী, বৃ-বিজ্ঞানের একমিষ্ট সাধক অধ্যাপক নির্মলকুমার বসু আজ আর আমাদের মধ্যে নাই। গত ১৫ই অক্টোবর '৭২ এই প্রোক্ষণ দীপনিধা চিরতরে নির্বাণিত হইয়াছে। ব্যক্তিতে সমৃদ্ধ, মনীষার তাম্র অধ্যাপক নির্মলকুমার ভারতীয় বিজ্ঞান-সাধনার ঐতিহ্যে একটু অরঙ্গী নাই। নির্মলকুমার ছিলেন গাভী-বাড়ের একজন বিশিষ্ট তাত্ত্বিক ব্যাখ্যাতা। তাঁহার পরলোকগমনে ভারত এক মহান সমাজ-সেবককে হারাইল আর আমরা হারাইলাম আমাদের একজন পরম বাহুবলকে।

দ্বিতীয় বিজ্ঞান পরিষদের সহিত অধ্যাপক নির্মলকুমারের ছিল গুণতীর্থ আত্মিক সংযোগ। তিনি এই প্রতিষ্ঠানের আজীবন সদস্য ছিলেন। বিজ্ঞান পরিষদের অষ্টাদশ বার্ষিক প্রতিষ্ঠা-দিবস অহুতান তাঁহারই সত্তাপতিবে অরুণিত হয়। এই উপলক্ষে প্রথম তাঁহার সত্তাপতির অভিভাবন বাংলা ভারত বিজ্ঞানচর্চায় উৎসাহী ব্যক্তিদের নিকট একটি গুরুত্বপূর্ণ পদনির্দেশ বলিয়া বিবেচিত হয়।

অধ্যাপক নির্মলকুমার ছিলেন একাধারে সমাজ-সেবক, বিজ্ঞান-সাধক, জুনেবক এবং সর্বোপরি অক্লান্ত মানবপ্রেমিক। বাঁহাটাই তাঁহার প্রত্যক্ষ সংস্পর্শে আনিয়াছেন, তাঁহারই তাঁহার বিনয়, সৌজন্য ও অস্বাভিক ব্যবহারে মুগ্ধ হইয়াছেন। ছবিদেহ যোগবরণা উপেক্ষা করিয়া জীবনের শেষ দিন পর্যন্ত তিনি তাঁহার উপর ভক্ত কর্তব্যতার সম্পাদন করিয়া গিয়াছেন।

নির্মলকুমারের জীবনে ঘটয়াছিল জ্ঞান ও প্রেমের অপূর্ণ সমন্বয়। বিজ্ঞানের নীরল তত্ত্ব ও তথ্যের বিচার-বিবেচনে আজীবন ব্যাপ্ত থাকিলেও অসহায় বাহুর কল্পন জন্মন তিনি কখনও উপেক্ষা করেন নাই। এই গুণতীর্থ মানবপ্রেমের আকর্ষণেই তিনি একদা মহাত্মা গান্ধীর একান্ত সচিবরূপে দাঙ্গাপীড়িত দুর্গত অকল পরিভ্রমণ করিয়াছিলেন।

নির্মলকুমারের বহুবী প্রতিভা বিস্তৃত আলোচনার অপেক্ষা রাখে। 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান'র বর্তমান সংখ্যাটি আমরা এই বিশিষ্ট বিজ্ঞানী ও মানবদরদীর স্মৃতির উদ্দেশে প্রস্তুত করে উৎসর্গ করিলাম।



# নির্মল

## প্রকুরচন্দ্র সেন

নির্মলকে বরাবর এক ভাবেই দেখে এসেছি—  
বুড়, বজবুড় দেহ—চুপ প্রত্যাহীন কথাবার্তা  
আর কিছু কখনই হাসি। অল্পবয়সেই পরবেশ  
প্রথম নার্সিং হোমে দেখতে বাই—কোন বিশেষ  
মানসিক পরিবর্তন দেখি নি—কথাবার্তা, বসা,  
হাসি, আলাপ-আলোচনা, এর-উত্তরে শারীরিক  
দুর্বলতার কোন চিহ্ন দেখা যায় নি। কিন্তু  
দ্বিতীয় বার নার্সিং হোমে বাবার পর শরীরের  
অবস্থা দেখে মনে হলো আর বুঝি বেশী দিন যাবে  
রাখা যাবে না—ব্যাপাভুত, যন্ত্রণাকাতর দুখ  
কিন্তু তার মধ্যেও যেন সে নির্মল—নিজেকে  
হারিয়ে কেলে নি। বরাবরই নির্মল একভাবে  
কাটিয়ে গেল—কাজ তো কব করে নি—তার  
কত রকমের কাজ। 'Man in India'-র  
জুদক সম্পাদক—তার সঙ্গে ভারতবর্ষের দেব-  
দেউলের গবেষণা, কোণারক যন্ত্রের অপরূপ  
ভাস্কর্যের কাহিনী সাধারণের কাছে সহজভাবে  
জুগে বসা, গান্ধীজীর চিন্তাধারার সঙ্গে নিজেকে  
ঘনিষ্ঠভাবে যুক্ত করা, আদিবাসীদের জীবনধারার  
ঐতিহাসিক ও বৈজ্ঞানিক বিশ্লেষণ—সঙ্গে সঙ্গে  
বঙ্গীয় সাহিত্য পরিষদের কর্তব্যরূপে ভারত-  
কোষ বাঁতে নিযুক্ত হন, তার জন্তে অক্লান্ত  
পরিশ্রম—নির্মল এই সব কাজগুলি একান্ত নিষ্ঠা ও  
দক্ষতা সহকারে করেছে; এছাড়া Anthropo-  
logy-র অধ্যাপনা, Asiatic Society-র সভা-  
পতির কাজ, বোলপুরে বাড়ি আজীবন করা এবং  
ভারত সরকারের দুটি তত্ত্বাবধানে দক্ষতার সঙ্গে  
কাজ করা। তাতে আশ্চর্য লাগে, জেনবাটা  
গান্ধীজীর একান্ত সচিব, University-র অধ্যাপক  
নির্মল এই কাজগুলি কি করে করতে পেরেছিল।

সব কাজেই গভীর নিষ্ঠা অথচ নির্মলতা তার  
জীবনের বৈশিষ্ট্য। গান্ধীজীকে সে গ্রহণ  
করেছিল তাঁর অহিংস-পন্থের উপর এগাছ  
বিখ্যাসের জন্তে এবং এই বিখ্যাস প্রতিষ্ঠিত ছিল  
বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর উপর; তাই অন্ধ-বিধানী  
সহকর্মীদের সঙ্গে নির্মলের মতের মিল হতো না।  
নির্মল মহাত্মা গান্ধীর অস্বস্তিক ছিল, কিন্তু  
গান্ধীজীর সব কথা কখনও গ্রহণ করে নি,  
তৎসত্ত্বেও কোন দিন তাঁর স্নেহলাভে বঞ্চিত  
হন নি। গান্ধীজী নির্মলকে ভালভাবেই জানতেন।  
গান্ধীজীকে নির্মল বলে রেখেছিল, যে কয় দিন  
সে গান্ধীজীর সঙ্গে থেকে কাজ করবে তাঁর  
আদেশ অকরে অকরে পালন করবে, কিন্তু তার  
মানে এ নয় যে, সব ব্যাপারে নিজের জীবনে  
গান্ধীজীকে গ্রহণ করবে। নির্মলের এই পরিকার  
কথার গান্ধীজী কোন দিন অসন্তুষ্ট হন নি  
এবং হৃৎকেন্দ্রের মধ্যে একটা মধুর সম্পর্ক গড়ে  
উঠেছিল।

হাতবোঁসের সঙ্গে নির্মলের সম্পর্ক ছিল খুব  
ঘনিষ্ঠ। বাইরে থেকে নির্মলকে দেখে অনেকের  
পক্ষে বোঝা সম্ভব হতো না যে, তিতরে একটা  
স্নেহকোষল ঘন স্পিকিয়ে আছে। কিন্তু যে সব  
ছাত্র তার সঙ্গে গবেষণা করেছে, তারা নির্মলকে  
কোন দিনই ভুলতে পারবে না, কারণ নির্মল ছিল  
একাধারে শিকড় ও একান্ত বশিষ্ঠ বৃক্ষ। তবু  
যে নির্মলের বিষয় নিয়ে তার কাছে বাড়া  
পড়াভনা করেছে তাদের মধ্যেই যে দেহ নীহাবদ্ধ  
ছিল, তা নয়—যে কোন বিষয়ের ছাত্র সব সময়  
তার কাছে সবান সাহায্য পেয়েছে আর এই  
সাহায্য এমনরূপে বেধা বিত, যাতে কোন দিন



সাহায্যকারীর অকৃতিয় মেহ সবচেয়ে কাজের মনে  
সম্বেদ হবার অবকাশ হতো না।

রাজনীতিতে তার মনোভাব ছিল অস্ব-  
সাধারণ। যে কোন মত বা পথের রাজনীতি  
হোক না কেন, নির্মল সকলেরই বক্তব্য শ্রদ্ধার  
সঙ্গে বোঝবার চেষ্টা করতো। নিজের মতবাবে  
গভীর বিশ্বাস থাকা সত্ত্বেও অপরের মত ও  
পথের পিছনে কি বুদ্ধি আছে, তা সে বোঝবার  
চেষ্টা করতো। তার সঙ্গে তর্ক করে কেউ কোন  
দিন মনে করে নি যে, তার বৌদ্ধাচারি তাকে  
অপরের কথা শ্রদ্ধার সঙ্গে শুনতে বাধ্য দিচ্ছে।

আমি সাহিত্যচর্চা করি না, কিন্তু যেটুকু বুদ্ধি  
প্রাণে বলতে পারি যে, নির্মল যে কথাবানি বই  
লিখে গেছে, সাহিত্য-বিচারে তার দানও কম  
নয়। সাহিত্যিকদের মধ্যেও তার এমন একটা  
দান ছিল, যা অনেকের পক্ষে কামা। ছোট  
এবং বড়, ব্যাভ এবং অখ্যাত বহু সাহিত্যিকের  
সঙ্গে তার এমন সম্পর্ক ছিল যে, মনে হতো যেন  
পরম্পর পরবাসী। বঙ্গীয় সাহিত্য পরিষদ  
এক সময় রাজ্যলীর পৌরষের বিষয় ছিল, কিন্তু  
যে কোন কারণেই হোক কিছুকাল থেকে বঙ্গীয়  
সাহিত্য পরিষদ যেন অনাদৃত—অবহেলিত।  
নির্মল অন্তরালে থেকে এবং প্রকৃতিভাবে হুক  
হয়ে সাহিত্য পরিষদের পূর্ব পৌরষ কিরিয়ে  
আববার চেষ্টা করেছে এবং জীবনের শেষ দিনেও  
সে তাবতো যে, তারতকোষের পক্ষ বণ্ড কবে  
কত ভাড়াভাড়ি প্রকাশিত হবে।

বিস্তারিত পরিবারে জন্মগ্রহণ করেও সাধারণ-  
ভাবেই নির্মল প্রাতিভিক জীবনযাপন করতো

এবং এতই সাধারণভাবে যে, অনেকের কাছে  
অস্বাভাবিক মনে হতো। রীতিতে ঈড়ন করতে  
করতে ভিন বাইল ঘুরে মবীতে হেটে গিয়ে  
বুধ ঘুরে আবার ভিন বাইল হেটে কিরে আসা  
অথবা কলকাতা সহরে বন্ধু-বান্ধবদের বাড়ীতে  
কেউ তর্জবার আগে টুং টুং করে সাইকেলের  
ঘটা বাজিয়ে বাড়ীর লোককে সচকিত করে  
দিয়ে চা বাগড়া বা হঠাৎ হাজির হয়ে একটা  
বই অথবা গ্রন্থ বহরের আগেকার খবরের  
কাগজের কাটিং দেয় করে বলা “জুবি তো  
এটাই খুঁজছিলে, আমি গেয়ে পেলুম তাই  
এনেছি।” বাগা তার বনিষ্ট ছিল তাদের  
কাছে এগুলো খুবই স্বাভাবিক, কিন্তু বাগা  
ভাল করে জানতো না থাকে, তারা অথাক  
হয়ে যেত।

যোগ দ্বারা পড়বার কিছু দিন আগে দক্ষিণ  
কলকাতার এক সভা থেকে ট্রান্স-বাণ বন্ধ  
থাকার হেটেই বাড়ী এসেছিল। কি উদ্ভিষ্টার  
গভীর নির্জন অঙ্গনে ঘেরা কিংবা যথাযথপেত্র  
আদিবাসীদের মধ্যে বাস করা অথবা রাজহানের  
অখ্যাত স্থানে ঘুরে বেড়ানো আবার আমেরিকায়  
দিয়ে বিশ্ববিজ্ঞানের বক্তৃতা করা বা অধ্যাপক  
হলভেনের সঙ্গে গভীরভাবে বিভিন্ন বিষয়ে  
আলোচনা করা অথবা গ্রাণের কর্মীর সঙ্গে আলোপ  
করা—এ সবই নির্মলের কাছে সমান ছিল।

নির্মল চলে যাওয়ার তারতবর্ষ এক মহান  
সন্ধান হারিয়েছে। আর আশ্রা বাগা তার  
বনিষ্ট ছিলো, কি হারিয়েছি তা ভাবায় প্রকাশ  
করা আবার পক্ষে সম্ভব নয়।



# নির্মলকুমার বসু

## ঈরতসবদি চট্টোপাধ্যায়

অধ্যাপক নির্মলকুমার বসু পরলোকগমন করেছেন। তাঁর মৃত্যুতে আমাদের বাংলার বিজ্ঞান সমাজে এমনই একটি শূন্যতার দৃষ্টি হয়েছে, যা সহজে পূর্ণ হবার নয়।

নির্মলবাবু বিজ্ঞানবিদ ছিলেন। বিজ্ঞানের নানা শাখার তাঁর গভীর জ্ঞান ছিল। কিন্তু সর্বাংশে তিনি ছিলেন গান্ধীবাদী। গান্ধীবাদী চিন্তা ও কর্মপ্রচেষ্টা সবচেয়ে তাঁর গভীর, ব্যাপক ও বিনয় আলোচনার অন্তর্ভুক্ত। সত্য হয়েছিল তাঁর ‘Selections from Gandhi’ নামক অমূল্য পুস্তকে। এই বইখানি সম্বন্ধে একটি ছন্দর ঘটনার অতি সংক্ষিপ্ত উল্লেখ এখানে অপ্রাসঙ্গিক হবে না।

1945 সনের 30শে ডিসেম্বর অপরাহ্নে মহাত্মা গান্ধী কাঁথী আসেন এবং তিন দিন সেখানে অবস্থান করেন। তৎপূর্বে 1লা ডিসেম্বর থেকে গান্ধীবাদী ঈরতসবদি বাগলপুত্রের সৌরপুরের বাড়ি প্রতিষ্ঠানের আশ্রয়ে ছিলেন। 30শে ডিসেম্বর অপরাহ্নে মহাত্মা গান্ধী বদন কাঁথীতে তাঁর জন্মস্থান নির্দিষ্ট আবাসের সম্বন্ধে এসে পৌঁছলেন, তখন জীপ গান্ধীতে তিনি একা (অবশ্য ড্রাইভার পার্শ্বে ছিল)। তাঁকে অভ্যর্থনা করে দেবার জন্তে ঘটনাক্রমে আমিও সেই আবাসস্থলের সম্বন্ধে তখন একা। লোকসংঘটি এড়াবার জন্তে গান্ধীবাদী গান্ধীকে চিহ্নিত পথ ত্যাগ করে অল্প পথে আসা হয়েছিল। আমি তখন একান্ত বিষ্ময়ে অভিভূত হয়ে সসরবে তুনিষ্ট প্রশ্ন করে সেই মহান অতিথিকে ধীরে ধীরে নির্দিষ্ট ঘরটিতে আনলুম। তাঁর জন্তে ঘরের বেতের উপর একখানি বাতির আসন পাতা ছিল—সম্বন্ধে একটি অন্তর্ভুক্তি—তাঁর হৃদয়ে দৃষ্টি পেলো

বাতি অগ্নি। চৌকির উপর আমি আনাতো বসু নির্মলবাবুর ‘Selections from Gandhi’ বইখানি রেখে দিয়েছিলাম। তখন বইখানি ছিল খুব ছোট সংস্করণের—পকেটে রাখা যায়। সেদিন মহাত্মা গান্ধীর মৌন নিয়ম ছিল। পথপ্রান্তে তাঁর ক্রান্ত মুখবশত আনন্দ ও প্রশংসার কি দ্বিগুণী নীতি। খুশী হয়ে তিনি সেই ছোট বইখানি উটে-পাটে দেখলেন। এই ‘Selections from Gandhi’ বিভিন্ন সংস্করণে ক্রমে ক্রমে আকারে বর্ধিত হয়ে বর্তমানে একখানি প্রামাণিক বড় বই হয়েছে—‘নবজীবন’ প্রকাশনের অন্তর্ভুক্ত। বইখানি গান্ধী-চিন্তার অপূর্ব বিস্ময়কর। এই বই মূল্যবান বইখানি সকলনের জন্তে নির্মলবাবু গান্ধী-চিন্তা-সাগরে ডুব দিয়ে রত্নসমূহ উদ্ধার করে বইখানির বিভিন্ন অঙ্ক সাজিয়ে দিয়েছেন। এতজ্ঞে তাঁকে দীর্ঘ-কালব্যাপী যে গভীর অধ্যয়ন ও কঠোর প্রবন্ধ রচনা হয়েছে, তাঁর জ্বলন্ত বিরল। বইখানি নির্মলবাবুর গান্ধী-অধ্যয়নের সত্য ও সন্মত পরিচয়। ‘Selections from Gandhi’ পুস্তক-খানির বর্ধিত বৃহৎ সংস্করণের তুলিকা-বর্তন গান্ধীবাদী দিবে দিয়েছেন—

“The following pages represent a labour of love....The selections made by the author show the thoroughness with which he has gone into his subjects. Those who are interested in my writings will not fail to appreciate the author's labours.”

1946-47 সনে সোমবাগ্নিতে হিম্মতিবরণে বীজ্যন দাক্ষার পর গান্ধীবাদী বদন পাতি ও



বিধান পুণঃস্থাপনের আশায় সেই স্বভাবে নিবের মত গ্রাম থেকে গ্রামান্তরে তাঁর ইতিহাসবিশ্লিষ্ট পদযাত্রা করেছিলেন তখন নির্মলবাবু ছিলেন গান্ধীজীর একান্ত সচিব। বোম্বাইয়ালি পরিকল্পায় নির্মলবাবু সকাল-সন্ধ্যা, দিন-রাত্রি সকল সময় গান্ধীজীর বিকটে থেকে তাঁর স্থানীয় ও মহা-তারতীয় সকল কার্য সম্পাদনে সহায়তা করেছেন। এই যম সান্নিধ্যবাহু তিনি গান্ধীজীর আরও গভীর ও অন্তরঙ্গ পরিচয়ে সমৃদ্ধ হন। এই কারণে তাঁর 'গান্ধীচরিত' নামক পুস্তকখানিতে আদর্শ গান্ধীজীর তৎকালীন জীবনযাত্রার খুঁটি-নাটি অনেক বিষয় জানতে পারি।

হাতীজীবনে নির্মলবাবু সমুজ্জ্বল যোবার পরিচয় দেন। 1920 সনে গান্ধীজীর অসহযোগ আন্দোলনে যোগ দেবার ক্ষেত্রে তিনি কলেজ পরিত্যাগ করেন। হাতী-আন্দোলনের প্রবলতার সময় তিনি কলেজের বাইরে ছিলেন। আন্দোলনের বেগ তীব্রিত হলে তিনি সুবিখ্যাত আণ্ড্রু হুজো মহাপুত্রের ঐকান্তিক আশ্রয় ও প্রেরণার দৃষ্টি বা Anthropology-তে প্রথম জ্যেষ্ঠ সর্বাঙ্গ স্থান অধিকার করে এম. এস-সি. পাশ করেন। পরে কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে তিনি কৃতিত্বের সঙ্গে ভূতত্ত্ব, প্রত্নতত্ত্ব, মানবিক ভূগোল (Human Geography) ও সমাজতত্ত্বের অধ্যাপনা করেন।

কিন্তু গান্ধী, গান্ধীবাদ ও গান্ধী আন্দোলনই ছিল তাঁর প্রাণের প্রাণ। এই সকল আলো-চর্চায়ও তাঁর দৃষ্টি ছিল বৈজ্ঞানিক। গভীর অধ্যয়ন ও অধ্যাপনার মর থাকলেও নির্মলবাবু অসহযোগ আন্দোলনের সকল পর্বায়ে সাক্ষাৎ দেন। 1930-32-এর মধ্য সত্যগ্রহে এবং 1942 সনের 'ভারত ছাড়' (Quit India) আন্দোলনে যোগদান করে তিনি কারাবরণ করেন। কারাগারের অভ্যন্তরে তিনি বেধ-হরিজন করেদীপনের সঙ্গে নিরন্তর যোগাযোগ

করে তাঁদের জীবনযাত্রা ও জীবনসমস্যার সম্যক পরিচয় সংগ্রহ করেন। আবার নানা ভ্রমের ও নানা মতের রাজনৈতিক মতীবের সঙ্গে তাঁর প্রায়ই আলাপ-আলোচনা ও তর্কবিচার চলতো। বিশেষ যোগ্যতা ও পারদর্শিতা সহ-কায়ে তিনি গান্ধীবাদের পক্ষে তাঁর মত সুপ্রতিষ্ঠিত করতেন। দেখা গেছে, কারাগারের বাইরে বিশ্ববিদ্যালয়ে অথবা সভা-সমিতিতে অল্পবয়সী তর্কপ্রশ্নে গান্ধীবাদের প্রতিদ্বন্দ্বিতা তিনি জাগতিক সমস্যার সমাধানে কমিউনিজম প্রভৃতি রাজনৈতিক ও অর্থনৈতিক মতবাদের বিরুদ্ধে গান্ধীবাদের উপযোগিতা প্রতিষ্ঠিত করতেন। তর্কশক্তি তাঁর ছিল তীক্ষ্ণ, তীক্ষ্ণ—এই সকল ব্যাপারে তাঁর একটা বোদ্ধত্বের ভাব প্রকাশ পেতো। জেলের অভ্যন্তরে তিনি অনেক সময় তর্কপনের নিয়ে আলোচনা-মতামত ক্লাস করতেন। ক্লাসে গান্ধীবাদ, রাজনীতি, সমাজ-নীতি কখনও বা প্রত্নতত্ত্ব ছিল তাঁর আলোচনার বিষয়। জেলের ভিতর আর একটি কার্য তিনি অব্যক্ত কর্তব্য হিসাবে সম্পন্ন করতেন। সেটি হলো নিরন্তর চরকা-কাটা। গান্ধীজীর গঠন-কর্মের প্রতি তিনি অবহিত ছিলেন। বীরকুম জেলার বোলপুরে তাঁর একটি ছোট গঠন-কর্ম-ক্ষেত্র ছিল। আবার টোঁকা ওঁষাদি সম্বন্ধেও তাঁর আগ্রহ ছিল। এর কলাকল তিনি হাতে হাতে শরীক করতেন। তিনি খুব ভাল কটো-প্রাকার ছিলেন।

পাতিশিকেষ্টনে তাঁর সম্মানের স্থান ছিল। পাতিশিকেষ্টনের সঙ্গে তাঁর যোগ ছিল ঘনিষ্ঠ ও দীর্ঘকালব্যাপী। 1972-এর (ডিসেম্বর) শেষে বিশ্বভারতী সমাবর্তন উৎসবে তাঁর সমাবর্তন ভাষণ পঠিত হয়েছিল—নির্মলবাবু তৎপূর্ণে বর্ণগত হয়েছেন।

নির্মলবাবু ভারত-সরকারের বৃত্তান্ত বিভাগে পাঁচ বছর পরিচালক (Director) ছিলেন।



তৎপর আরও তিন বছর ঐ সরকারের অধস্ত ও উপজাতি কল্যাণ বিভাগে পরিচালকের কাজ করেন। এই সকল কাজ তিনি কঠোর নিষ্ঠা ও দক্ষতাসহকারে সম্পাদন করেন। বিভাগীয় কার্যেগলকে তিনি ভারতের নানা স্থান ভ্রমণ করেন।

ভারতের অন্ততম শ্রেষ্ঠ বৃত্তবিদ হিসাবে তাঁর ব্যক্তি পৃথিবীর বহু দেশে ব্যাপ্ত হয়েছিল। আমেরিকার চিকাগো, কানিকোনিয়া, কলম্বিয়া প্রভৃতি বিশ্ববিদ্যালয়ে আমন্ত্রিত হয়ে তিনি একাধিকবার সেখানে গিয়ে বৃত্ত, সমাজতত্ত্ব, গাণ্ডীবাদ প্রভৃতি বিষয়ে আলোচনা করেন। ভারতবর্ষেরও বহু বিশ্ববিদ্যালয়ে অচরপ কার্য সম্পাদনের জন্তে তিনি আমন্ত্রিত হন।

বৃত্তের আলোচনা ও এসারের চেষ্টায় তিনি ভারতের, বিশেষভাবে উড়িষ্যার উপজাতিদের মধ্যে ভ্রমণ করেন। উড়িষ্যার পার্বত্য বন-অঞ্চলের দুই উপজাতি সম্বন্ধে তাঁর আলোচনা মাঝে মাঝে কৌতুকপ্রদ হতো। তিনি রহস্য করে বলতেন—“দুইদের ঘরে প্রাচীনা ঠাকুরবা পরিধান করতেন পাতার গাঁথা কাপড়। নবীনা নাংনীকে ঘোটা কার্পাস বস্ত্র অর্থাৎ গড়ে কাপড় পরিধান করতে দেখে তিরস্কার ও বিক্রম করে প্রাচীনা ঠাকুরা বলতেন—“তোরা সব একালের পট্টহাড়া বেহারা।”

1950 সন থেকে তিনি ‘Man in India’ নামক বিখ্যাত বৃত্তবিষয়ক পত্রিকার সম্পাদক ছিলেন। এই পত্রিকার জন্তে নিজে প্রবন্ধ লেখা এবং অপরকে দিয়ে লেখানো, প্রবন্ধাদি সংশোধন, বৃত্তবিষয়ক নানা পুস্তক সমালোচনা তিনি প্রায় একাকীই করতেন। পত্রিকার মূল্য ব্যাপারে প্রক-সংশোধনের কাজও তিনি নিজেই করতেন। এই ব্যাপারে তাঁর পরিচয়ের অন্ত ছিল না।

তাঁর অনেক ছাত্র-ছাত্রী তাঁরই নির্দেশ ও

তত্ত্বাবধানে গবেষণা-কার্য সম্পন্ন করে বৃত্ত (Anthropology) ডক্টরেট পেয়েছিলেন। তিনি নিজে কিছু ডক্টর ছিলেন না।

ভারতীয় বহিঃসমূহের স্থাপত্য ও ভাষ্য সম্বন্ধে নির্দল বহু গভীর আলোচনা ও জ্ঞান ছিল। ছাত্রাবস্থা থেকেই তিনি এই সকল বিষয়ে অবহিত হন এবং অভিজ্ঞতা অর্জনের জন্তে ভারতের নানা স্থান, নানা ভাষ্য, নানা পর্যট-ভ্রমাদি বিভিন্ন সময়ে পরিভ্রমণ করেন। বাংলার বহু প্রাণেও তিনি এই উপলক্ষে ভ্রমণ করেন। প্রথম বয়সেই তিনি উড়িষ্যার কোণারক মন্দির সম্বন্ধে একখানি তথ্যপূর্ণ উপাধের বই লেখেন। বইখানি বাংলা সাহিত্যে তখন অভিনব। তিনি জীবনে বহুবার কোণারক মন্দির দেখতে যান। একবার পুরী থেকে কোণারক প্রায় 22 মাইল পথ তিনি বহু সমভিষায়াহারা হেঁটে যান। ঐ রাত্তা প্রায় সমুদ্রের নিকটবর্তী। পরিণত বয়সে ‘কোণারকের মন্দির’ বইখানি আরও বিনয় ও চিত্রসম্বলিত করে নূতন করে লেখবার আয়োজন তিনি করছিলেন। কিন্তু বিধাতা তাঁকে টেনে নিলেন।

মন্দিরচিত্র প্রদর্শনের জন্তে তাঁর ম্যাজিক লঠন ছিল। কিন্তু ছিল বহু বিভিন্ন ও বহু সংখ্যক। তাঁর ম্যাজিক লঠন বহুতা প্রোফুন্সের কৌতুকন দিটরে তাদের মন হরণ করতো। মন্দিরের ভিত্তি থেকে আরম্ভ করে কটিবেশ, তদুবেশ, শিরোবেশ, আবলক ও কলসসহ তাদের চূড়া-নিখরাহি এবং নানা স্থানে বোধিত বিভিন্ন দেবমূর্তি এবং নানা ভাষ্যের নরনারীর মূর্তি তিনি একে একে দেখাতেন, বহুতার মন্দিরের স্থাপত্য, নানা রকমের রেখা, কোণ, কানিন ও তাদের স্থাপত্য-বিভাগের সামগ্রতনমুত অসূর্য সৌন্দর্যের কথা তিনি সুবিষ্ট ও বিজ্ঞানসম্মতভাবে বলতেন। উড়িষ্যার মন্দির সম্বন্ধে তাঁর কথা বিশ্বজনসমাজে চূড়ান্ত বলে স্বীকৃত ও সমাদৃত।



১৯৩৬ সনে বোম্বাই কংগ্রেস থেকে আমরা কয়েকজন বন্ধু অকল্যা-ইলোরা তথা বেবতে গিয়েছিলাম। নির্মলবাবু ছিলেন আমাদের পুরোভাগে। বাকীপথে ঔরঙ্গাবাদ পর্য্যায় যখন আমাদের হাজি শেষ হচ্ছে, তখন তিনি শান্তিভাবভার স্তম্ভর একবাণি রবীন্দ্র সঙ্গীত গাইলেন। তারপর প্রাতঃকৃত্যাদি সমাপন করে আমরা বাসযোগে পশ্চিমবাট পর্বতের উপর দিয়ে অপূর্ণ স্তম্ভর প্রাকৃতিক দৃশ্য দেখতে দেখতে

প্রায় ৭০ মাইল দূরে বিবিবিখ্যাত অকল্যা-ইলোরা কত দেখা হলো চোখ ভরে—প্রাণ ভরে। ভারতীয় সাধনা ও সংস্কৃতির সাগরস্রোতে সে কি পুণ্যস্র, আনন্দের অবলাহন। অল্প দিন ঔরঙ্গাবাদ থেকে ২২ মাইল দূরত্বই বিচিত্র ইলোরা তথাবনি এবং পথে যেসবদিকি দুর্গ দেখা হলো। এই সকল ব্যাপারে চিঃকুমার সেই বন্ধুর আগাগ-আলোচনা ও সঙ্গ ছিল কত চমৎকার! বন্ধু চলে গেছেন। আজ কত কথাই মনে পড়ে। ঐ শান্তি।

## অধ্যাপক নির্মলকুমার বসু

[ জন্ম : ২২শে জানুয়ারী, ১৯০১ মৃত্যু : ১৫ই অক্টোবর, ১৯৭২ ]

গুণজা সিংহ

পারিপার্শ্বিক মানবসমাজ যখন উদ্বেগজনিত, তাসিকতা, দুর্ভিক্ষ ও মানবতাবোধহীন অবস্থার আঁড়র থাকে, তেমন অহর্ষর জরিভেও কখনও কখনও অধৌক্তিকভাবে এক-একটি মহামানব অকল্যা-ইলোরা যত উদ্ভীপনা ও সংলাহন নিয়ে মাকিউভাণের আগ্রহ করার অবিলম্বে উদ্বেগে পারিপার্শ্বিকের দুর্ভল আগাহাতনিক কাছে বিগটি আশার আশাস নিয়ে উদিত হয়। আধুনিক ভারতের বেদনহীন অবন সন্মানে নির্মলকুমার বসু তেমনি একটি মহীকহ।

বিভাগ্যপরের আবির্ভাবে বসিত হয়ে রবীন্দ্রনাথ যে উক্তি করেছিলেন—“যাবে যাবে বিখ্যাতের নিয়মের এলশ আত্মর ব্যতিক্রম হয় কেন, ইংলকর্দী বেখানে চার কোটি বাঙালী নির্ভর করিতেছিলেন সেখানে হঠাৎ দুই-একজন মানুষ পড়িয়া বলেন কেন বলা কষ্টের”—তা নির্মল বসু সবচেয়ে অকল্যা-ইলোরা প্রবোধ্য।

নির্মলবাবুর পোষাক-পরিচ্ছদ, বস্তাব, আচরণ সাধারণ ভারতবাসীর প্রকৃতিতে বেমন পতীর সমত্বভাবে স্পষ্টভাবে বিত ছিল, তেমনি দেশ-বিদেশের বা কিছু ভারতের পক্ষে প্রেমীয়, তার প্রতি তাঁর মন আগ্রহীলভাবে উদ্বৃত ছিল। তিনি ভারতীয় নানা ভাষা ও ইংরেজীতে সমান দক্ষতার সাধনীলভাবে অপূর্ণ বক্তৃতা ও গল্প করতেন। আমাদের বিদেশী অধিকরণবিহীনতা অথবা অল্প বাসেনিকতার আঁড়র বর্তমান সন্মানে এমন ভারসাম্য বিরল। সারাজীবন বেদেশে বাস করে প্রাণ বসনে স্বরূপালের জন্তে আবেদিকার আধ্বিত হয়ে বিভিন্ন বিবিবিভাগয়ে মণির-স্বাপত্য, পুরাতত্ত্ব, আদ্যবাসী সমস্যা, মানব-বিজ্ঞান, গাভীণ্য বিজ্ঞান ইত্যাদি নানা বিষয়ে ভীক্ত-পতিতে বক্তৃতা দিয়ে পতিশীলতার বিখ্যাত মাকিনীবেদও চমৎকৃত করেছিলেন। এমন কি, তাঁর ইংরেজী বক্তৃতার সাধনীলতার বিস্মিত হয়ে



তার বক্তৃতাবাদ বাচসপ্তকীর একটা আদর্শমান হিসাবে বিশ্ববিদ্যালয়ের ছাত্র-ছাত্রীদের ভেতরে রেকর্ডে রক্ষিত হয়েছে। ও দেশের নানা বিবরণ অধ্যাপকদের সঙ্গেও সহজেই তাঁর গভীর বন্ধু গড়ে ওঠে।

তার বিশেষ চর্চার বিষয় দৃষ্টান্তে তাঁর বৈজ্ঞানিক অবদান সবচেয়ে বিচাষের আধার অধিকার নেই। তাঁর বহু ছাত্র-ছাত্রীর কাছে সে বিষয়ে তুলেছি এবং সে সবচেয়ে তাঁর নিজের ও ছাত্র-ছাত্রীদের লেখাই তাঁর দক্ষতার স্বাক্ষর দেবে। কিন্তু আমি দেখেছি, তাঁর ছাত্র-ছাত্রীদের কাছে উল্লীপিত করার অসাধারণ প্রক্রিয়া; মাহুয় হিসাবে তাঁর দরকী মনের অসংখ্য খুঁটি-নাটি প্রকাশ। দরিদ্র ছাত্র বা যোগসীড়িত মাহুয়ের জন্তে এখনি বরসে অবলীলাক্রমে বাইলের পর বাইল সাইকেল চালিয়ে এরোজেনীর বই বা ওয়ুথ শৌছে দিতে তিনি আনন্দ পেতেন। একদিকে কনভাসীন ব্যক্তিরের জটিল-গিঁফুতি সবচেয়ে স্পষ্ট ভাষায় প্রতিবাদ করতে, অন্য দিকে অসহায় মাহুয়ের সাহায্য করতে তিনি সর্বদা এগিয়ে যেতেন। বিভিন্ন বিষয় সবচেয়ে অতি সহজ ভাষায় গল্প করে ছোট্ট শিশু থেকে জুগুপ্সিত পর্যন্ত যে কোন জোড়ার দলকে মগ্নরুদ্ধ করে রাখবার অপরিণীম কনভাসী ও উৎসাহ দেখেছি। এমন দক্ষতার সঙ্গে আনন্দের পরিবেশে জ্ঞান বিতরণের কনভাসী তিনি আরও করেছিলেন তাঁর জ্ঞান আহরণের বিশিষ্ট নিজস্ব প্রক্রিয়া থেকে। তাঁর জ্ঞান অর্জনের ক্ষেত্র গতানুগতিক বিভাগের পাঠ্যপুস্তকে সীমাবদ্ধ ছিল না। বাস্তবতাবে নানা অবস্থার ভারতের সব রকম মাহুয়ের সঙ্গে বিশেষ প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতামূলক জ্ঞান তিনি বিতরণ করেছেন।

বিশ্ববিদ্যালয়ে মানব-বিজ্ঞান শিকা করার বহু পূর্বে 1917 সালে 17 বছর বয়সে তিনি ধাতুকার হাতকণীড়িত অকলে জনসেবার কাজ

করতে গিয়ে গ্রামের অসংখ্য পরিবারের আর্থিক অবস্থা সবচেয়ে জলসংকটভাবে পুখারপুখ সন্নীক করেন। 1921 সালে কিলি-প্রত্যাগত ভারতীয় উদ্বাস্তুদের পুনর্বাসনের কাজ করেন। এখানেও তিনি 450টি পরিবারের 1050 ব্যক্তির সামাজিক পরিবেশ ও ইতিহাসের তথ্য সংগ্রহ করে রাখেন। ভারতীয় গ্রামীণ সমাজের খুঁটি-নাটি সামাজিক সংস্কার কি তাৎপর্য়ে পদে পদে পুনর্বাসন ব্যবস্থাকে ব্যাহত করেছে, তার বিবরণও প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতা থেকে সংগ্রহ করেন। 1922-এ প্রেসিডেন্সী কলেজের দৃষ্টান্তের দেখাবী ছাত্র নির্দল বহু অসহযোগ আন্দোলনে যোগ দেবার ভাগিনে সরকারী কলেজ ত্যাগ করেন। পরে আন্ততোর যুগোপাধ্যায়ের অহুহোখে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের দৃষ্টান্তের আন্তকোত্তর বিভাগে যোগ দেন। 1930-36 সালে বোলপুরের কাছে একটি গ্রাম সংগঠনের কাজে বস্তীতে বাস করে দরিদ্র ভারতবাসীদের সমস্তা সবচেয়ে আরও প্রত্যক্ষ জ্ঞান অর্জন করেন। পুরীর দরিদ্র চিত্রকর ও তাঁর শিল্পীদের সাংগঠর্য়ে থেকে তিনি ভারতীয় নিজস্ব ধারার শিল্পচর্চার মান উন্নত রাখবার উপযুক্ত পরিবেশের সমস্তা, শিল্পী-পোঞ্জীর সমাজ-জীবনের নানা সমস্তা প্রত্যক্ষভাবে উপলব্ধি করেন। তাঁর প্রতি বিস্তারিত সংগৃহীত তথ্য ও চিন্তা পরিমহরতাবে লিপিবদ্ধ করে সুবিত্তভাবে সংরক্ষণ করার অত্যাগ ছিল। তাই ছাত্র-ছাত্রীদের সাহায্যের জন্তে নানা তথ্য, পত্র, পত্রিকা তাঁর হাতের পোড়ার থাকতো। 1938 থেকে 1959 পর্যন্ত তিনি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের দৃষ্টান্ত ও কু-বিজ্ঞান বিভাগে অধ্যাপনা করেন। 1959 থেকে 1964 পর্যন্ত তিনি ভারতীয় দৃষ্টান্তিক সন্নীকার অব্যাক ছিলেন। 1967 সালে অধ্যাপক বহু উপলব্ধি ও তপস্বিনী লক্ষ্যণায়ের কবিশনার নিরুক্ত হন। ক্যান্সার রোগাক্রান্ত অবস্থায় অতিন শয্যাতেও তিনি



একাধারে ঐতিহাসিক সোনার্হট ও বঙ্গীয় সাহিত্য পরিষদের সভাপতির কাজ ও Man in India পত্রিকার সম্পাদনার কাজ দ্বিগুণে পরিচালনা করেন। যা কিছু দেখেছেন ও বুঝেছেন, তা সকলকে জানাবার আগ্রহে তিনি সাত শতাধিক প্রবন্ধ ও সাইজিপিটি গ্রন্থ রচনা করেছেন। ১৯৪২-৪৫ সালে কারাবাসের সময় বিশ্ববিদ্যালয়গ্রন্থ সকলনে প্রকাশিত তাঁর বিশেষ গবেষণামূলক গ্রন্থ 'হিন্দু সমাজের গড়ন' লেখেন।

পারিপার্শ্বিক প্রকৃতি ও বাহ্যিকের সব কিছু থেকে আত্মল আগ্রহে অবিচল নিষ্ঠার তিনি অবিরাব নিজের মনের রসগ্রহণ করেছেন। 'নবীন ও প্রাচীন' এবং 'পরিভ্রাজকের ডায়েরী'তে তাঁর বিভিন্ন রচনা এই রসগ্রহণ কথার পরিচায়ক। এই সত্য ঘটনাত্তিক রচনাগুলি ছোট গল্পের নিদর্শন হিসাবেও বাংলা সাহিত্যে উচ্চ স্থান পাবার যোগ্য। কিন্তু তাঁর বিশিষ্ট বাচনতন্ত্রী ভুলনার এই অপূর্ণ রচনাগুলিও অকিকিৎকর।

কোণারকের মন্দির আর হিমালয় ছিল তাঁর বিশেষ আকর্ষণের বস্তু। তাঁর কোণারক মন্দির সম্বন্ধে গবেষণার কাজে মন্দিরের প্রতিটি খুঁটিনাটি স্থাপত্যের বৈজ্ঞানিক অঙ্গীশন আর শিল্পীমন্দের রসগ্রহণের অপূর্ণ সমাবেশ ঘটেছে। দুর্ভাগ্যবশত: সারা ভারতের মন্দির-স্থাপত্য বিষয়ে তাঁর অনেক দিনের সংগৃহীত তথ্যাত্তিক গ্রন্থ অসমাপ্ত রইলো।

নির্মলবাবুর সঙ্গে দীর্ঘ বিভিন্ন অকলে ঘোরবার জীবন পেয়েছেন, তাঁরা জানেন বার বার পথে যেবে একটা চেনা ছোট গাছ বা লতা, পাথরের তক্তার বিভিন্ন ত্বরের তুতাত্তিক বৈশিষ্ট্য, কোন ছোট পল্লীর পাতার ঘরের চেনা কোন বাহ্যকে আর একবার নজরে দেখে সঙ্গীতের মেঘাবার আত্মল তুকা। বাবা গোঞ্জির আধিবাসী, ঢাবী, শিল্পী, কারিগর বহুদের কাজ সঙ্গীতের মেঘাবার অগ্রাভ আগ্রহ। সঙ্গে নিত থাকলে তাঁর উৎসাহ

বিভিন্ন থেকে বেত। বারবার ভারতের বাসা জায়গার ঘুরে বাহ্য ও প্রকৃতির সঙ্গে যোগাযোগ করে তাঁর আশা বেটে নি। মনের প্রবীণতা তাঁর শারীরিক ও মানসিক কলতাকে বিদ্যুতের স্পর্শ করে নি। ৭২ বছরে তাই তাঁর জিরোবান অকাল মৃত্যু মনে হয়।

তাঁর পাতিত্যা ও সমাজ মর্ষনের মাঝে কাজের বহু নিদর্শন বহুভাববিভিত। কিন্তু তাঁর খুঁটিনাটি দরদের অনিখিত ইতিহাসে তাঁর ব্যক্তি-সত্যের একাশ পরিচিত জনের মনে চিরস্থায়ী হয়ে থাকবে।

সমাবধানহীন নৈরাশ্র্যবাদে তিনি কখনও আত্মর হন নি। নিরাশ্রের দরিদ্র বাহ্যের হ্রাণ নিয়ে নিজেকে বিদ্বির রেখে তথ্যকথাপূর্ণ প্রবন্ধ লেখেন নি। দরিদ্র বাহ্যের সঙ্গে মাঝে কেত্রে নিবিড় যোগাযোগের প্রত্যাক অভিজ্ঞতা থেকে বুঝেছেন, "হ্রাণ কঠে মানবাশ্রা পরাজয় স্বীকার করে না— কাব্যরূপে দিত করে দারিত্রকে আংশিকভাবে পরাহত করে।"

মন্দিরের সৌন্দর্যের রসগ্রহণ একিগা বাঙ্গালী-মুগড ভাবপ্রবণ উজ্জ্বলের কেনা ভুলে যাতে মিলিয়ে না যায়, তাই তিনি স্থাপত্যের খুঁটিনাটি স্থাপত্যোৎসাহের কাজ দিনের পর দিন নিজের হাতে করবার দৃষ্টান্ত রেখে গেছেন। তাসা তাসা ভাবে উজ্জ্বলিত হয়ে দরিদ্র মানবসমাজের প্রতি দরদ দেখিয়ে যাতে মন ছুরিয়ে না যায়, সে ভাবে অসমাপ্ত মানবগোষ্ঠী সম্বন্ধে বাস্তবাত্তিক জ্ঞান অব্যবহে হ্রাণ-হ্রাণীদের স্বীকিত করেছেন। ভারতীয় সু-তাত্তিক স্বীকার অব্যবহের পথে থেকে তিনি সারা ভারতে কিছু সাংখ্যক হ্রাণ-হ্রাণীকে একটি বলি ও নোট বই যাতে দেখতে পাঠিয়ে মিলেন বিভিন্ন অকলের লোকেরা কি যায়, কি পরে। গুরু সাক্ষীর চাকার স্থাপ থেকে লুক করে নিত্যব্যবহার্য জিনিষের স্থাপত্যোৎসাহ হিসেব করবার কাজের তাঁর মিলেন তাদের উপর। তিনি



জানভেন বে, ভারতীয় হাঙ্গ-হাঙ্গীরা দৃতত্বের বিশেষী পত্রিকার তথ্যভিত্তিক তত্ত্বের উপর চিন্তা করে আরও বায়বীয় তত্ত্বমূলক প্রবন্ধ লিখে বিশেষী পত্রিকার ছাপিরে তাড়াতাড়ি পত্রিত বলে গণ্য হতে উৎসুক। শিকা ব্যবস্থার জোরারের টান সেই দিকে। একক প্রচেষ্টার হাঙ্গ ধরে তিনি কিছু সংখ্যক নিকাশতীকে এই প্রতিফল পত্রিকে সংহত রূপ দেবার কাজে প্ররোচিত করে ভারতীয় দৃতত্বের সূত্র তত্ত্বের গোড়াপত্তন করতে চেষ্টা করলেন। এই গোড়ার হাঙ্গ-হাঙ্গীর মধ্যে আজও বহুপ্ররোচিত দৃঢ় তত্ত্ব অঙ্গ-প্রেরণা জাগিয়ে রেখেছে। তারা পরস্পরের সঙ্গে যোগাযোগ রেখে কাজ করতে উদ্বীপিত হয়ে আছে।

৩৬শীল প্রকার ব্যতিক্রম করে অধ্যাপক বহু

দৃতত্ব পত্রিকার নয়—এবং শিল্পী, সাহিত্যিকদেরও ভারতের অজ্ঞাত বাবা দিকের অঙ্গদারের কাজে লাগিয়ে দিলেন। তাঁরা বাতে জনসাধারণকে ভারতের ব্যাপক সমাজের নানা বিষয়ে আরও সচেতন করে তুলতে পারেন, সহজ ভাষায় সিনে বিদ্যুতভাবে সারা দেশে বাতন ধবন ছড়িয়ে বাস্তবভিত্তিক পরিকল্পনার ভারতের গঠনমূলক কাজের পথ প্রদত্ত করতে পারেন—সেই দিকে তাঁর প্রধান লক্ষ্য ছিল।

কিন্তু এক কঠিন পথে চলতে ক-জন জনসারক ও জনশাসক প্রস্তুত হবেন? তাঁর একক প্রচেষ্টা এত বড় দেশে একটা অতি বিরল দৃষ্টান্ত হয়ে থাকবে। তাঁর অজ্ঞাত কর্মজীবনের খুঁটিনাটি বিবরণ বহু জনের মধ্যে অনাগত ভাবমতের কিছু কিছু তরুণ মনে একটা আদর্শের দাঁপ জাগিয়ে রাখবে।

## ভারতীয় নৃ-বিজ্ঞানের দিশারী—অধ্যাপক নির্মলকুমার বসু

রেবতীমোহন সরকার\*

ভারতীয় নৃ-বিজ্ঞানের চর্চায় বে কয়েকজন নৃ-বিজ্ঞানী আপন মহিমার প্রোক্ষল, অধ্যাপক নির্মলকুমার বসুর স্থান তাঁদের পুরোভাগে। আমাদের দেশে নৃ-বিজ্ঞানের চর্চা মূলতঃ ব্রটিশ নৃ-বিজ্ঞানীদের উত্তোষ এবং প্রত্যক্ষ নির্দেশে বিস্তারলাভ করেছিল। খুব স্বাভাবিকভাবেই নৃ-বিজ্ঞানের বিভিন্ন সূত্র এবং তথ্যাবলী বিশেষী ভাবধারার বিশেষভাবে প্রভাবিত হয়েছিল। অধ্যাপক নির্মলকুমার বসু তাঁর বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী, দেশপ্রীতি ও মানবপ্রেমের পরিপ্রেক্ষিতে বিশেষী চিন্তাধারাপ্রবৃত্ত ভারতীয় নৃ-বিজ্ঞানকে প্রকৃত 'ভারতীয়' বান করেছেন। তাঁর কর্মজীবনে তিনি বিভিন্ন দারিদ্র্যমূলক পদ অলঙ্কৃত করেছেন এবং প্রতি কেড়েই তাঁর অকল্পিত বেলা এবং

কর্মনিরপুণ্য তাঁকে উন্নতির চরম শিখরে প্রতিষ্ঠিত করেছিল। জীবনব্যাপনে আড়ম্বরহীন বাস্তবটি দেশকে ও দেশের বাস্তবকে প্রাণ দিয়ে ভালবেসে-ছিলেন। তাই গাঙ্গীকীর তাঁকে তিনি সব ছেড়ে দিয়ে দেশোদ্ধারকেই অগ্রাধিকার দিয়ে-ছিলেন। দেশের বাস্তবের প্রতি প্রসার ভালবাসা তাঁকে গাঙ্গীকীর আদর্শে অঙ্গপ্রাণিত করেছিল এবং তৎকালীন সাংবাদিক ও রাজনৈতিক সমতা-বলী সমাধানের তিনি দৃঢ়পথে অগ্রসর হবার জন্তে সচেষ্ট ছিলেন। অবহেলিত ও নিপীড়িত জন-মানসের পূজীকৃত দীর্ঘশাস তাঁর অস্তরে দীর্ঘস্থায়ী বেদনার উল্লেখ করেছিল। সেই বেদনারই

\* নৃ-বিজ্ঞান বিভাগ, বঙ্গবাসী কলেজ, কলিকাতা।



প্রতিকল্পন দেখা গেছে তাঁর দ্বিত্যৈবিত্তিক কাজকর্মে, কথাবার্তার এবং লেখনীর সুখে। প্রকৃত মানবধর্মী ছিলেন বলেই তিনি সার্বিক মানব-বিজ্ঞানের পর্ষায়ে উন্নীত হয়েছিলেন। নৃ-বিজ্ঞানের প্ৰত্যক্ষ এবং ও পুস্তকে, সারা পৃথিবীব্যাপী বিভিন্ন আলোচনা-সত্যর বক্তৃতার ভারতের সমাজ ও সংস্কৃতির বিশ্লেষণ এবং ভারতের মানুষের জীবনযাত্রা প্রণালীর পুঙ্খানুপুঙ্খ বিচারে তিনি সর্বদাই অগ্রণীর ভূমিকা গ্রহণ করতেন। দেশের রাজনীতিতে অধ্যাপক বসু যেমন গাভীজির বহু আধর্শে অহুপ্রাণিত হয়েছিলেন, তেমনি অপর দিকে নৃ-বিজ্ঞানের সাধনার প্রকৃত ভারতীয় চিন্তাধারার প্রতিষ্ঠায় তিনি ভারতীয় নৃ-বিজ্ঞানের পবিত্র রায়বাহাদুর শরৎচন্দ্র রায়ের প্রত্যক্ষ প্ররোচনায় হয়েছিলেন। তাঁর মৃত্যুর পূর্ব মুহূর্ত পর্বত তিনি শরৎচন্দ্র রায় প্রতিষ্ঠিত 'Man In India' পত্রিকার সম্পাদনা করে গেছেন এবং তাঁচিতে শরৎচন্দ্রের বাসভবনে Man In India প্রকাশ্যের শুভাবধানে প্রত্যক্ষ ভূমিকা গ্রহণ করে এসেছেন।

অধ্যাপক বসু তাঁর নৃ-বিজ্ঞানের গবেষণার শুরু থেকেই ভারতীয় সমাজ-সংস্কৃতির অন্বেষণের প্রতি বহুবল ছিলেন। মানব-সংস্কৃতির নৃ-বিজ্ঞান-সমস্ত সংজ্ঞা এবং সংস্কৃতির বিভিন্ন রূপের পুর আত্মপুর্নিক বিশ্লেষণে তিনি বিশেষ পারদর্শিতা প্রদর্শন করেছেন। তাঁর প্রথম ও বিখ্যাত পুস্তক Cultural Anthropology-তে (১৯২৯), সংস্কৃতি, সংস্কৃতি-প্রকাশ (Cultural trait), সংস্কৃতি কেন্দ্র (Culture centre), সংস্কৃতি ক্ষেত্র (Culture area), বিস্তার (Diffusion), তহ-করণ (Attenuation) প্রভৃতির ভারতীয় সমাজ ব্যবস্থা এবং দেশীয় আচার-ব্যবহারের পটভূমিতে ও উদাহরণ সহযোগে তাঁর মনোজ্ঞ আলোচনা বিবস্ত্র বহুলে বিশ্বের উল্লেখ করেছিল। সর্ব-

ভারতীয় বিধান ও আচার-ব্যবহারের পরিপ্রেক্ষিতে 'ভারতের বসন্ত উৎসব' শিরোনামে রচিত ছবীর ও সূচিচিত্র এবং ১৯২৭-৭৮ অবধি প্রকাশিত হয়। এই প্রবন্ধে তিনি উৎসবের উপজাতীয় প্রভাবের বিষয় উল্লেখ করে কি ভাবে এটি সর্বভারতীয় জনউৎসবে পরিণত হয়, তাঁর বিজ্ঞানসম্মত ব্যাখ্যা দিয়েছেন। বসন্ত উৎসব প্রকৃতপক্ষে কৃষি উৎসবেরই রূপান্তর। কোন উৎসব বা আচার-অহুতানের উৎস-সন্ধান এবং তাঁর প্রভৃতিগত বিচার-বিবেচনাতেই অধ্যাপক বসু সন্তুষ্ট ছিলেন না, কিভাবে এসব অহুতান দেশের আপায়ন জনসাধারণের ব্যক্তিগত জীবনে প্রভাব বিস্তার করেছে, তাঁর প্রত্যক্ষ আলোচনায় তিনি বরাবরই সন্তুষ্ট ছিলেন। ব্যক্তিগত জীবনে তিনি ওড়িশার সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে যুক্ত ছিলেন এবং অতি স্বাভাবিকভাবেই ওড়িশার ইতিহাস ও তাঁর শিকাদান এসবেরই এক মনোজ্ঞ এবং দরদপূর্ণ আলোচনায় উদ্বুদ্ধ হয়েছিলেন। অরণ্যবাসী উপজাতি জুগাফড়ের পন্নীতে তিনি কয়েক সপ্তাহ অতিবাহিত করে নৃ-বিজ্ঞানভিত্তিক তথ্য সংগ্রহে ব্রতী হয়েছিলেন। হুগলি জাতির জীবনযাত্রা প্রণালীর কয়েকটি বিষয় তৎকালে প্রবাসী পত্রিকায় ধারাবাহিকভাবে প্রকাশিত হয়। ছোটনাগপুরের হুণ্ডাজাতির সাংস্কৃতিক ইতিহাসের বাধ্যতায় তিনি উক্ত জাতির জীবনে বিভিন্ন ধর্মীয় সামাজিক ও রাজনৈতিক স্বাভ-প্রতিঘাতের বিষয় আলোচনা করেন। কিভাবে ছোটনাগপুর অঞ্চলের উপজাতির জীবনে ব্রাহ্মণ ধর্মের প্রভাব বিস্তারলাভ করে, তা তাঁর আলোচনায় বিশেষ গুরুত্বলাভ করেছিল।

ভারতীয় জাতিতত্ত্বের গবেষণায় অধ্যাপক বসুর অবদান নিঃসন্দেহে অস্বল্পনীয়। ভারতীয় সমাজে বিভিন্ন জাতির প্রভৃতি এবং ভেদভেদের বিষয়ে বহু প্রাচীনকাল থেকেই দেশীয় ও বিদেশীয় পণ্ডিতগণ আলোচনার অংশ গ্রহণ করেছিলেন।







বোকাখিলার কাজে সাপাখার এতি সচেষ্ট ছিলেন। উপজাতি সম্ভারের জীবনধারা এবং সমাজবলী আলোচনাকালে অধ্যাপক বসু উপজাতীয়দের জীবনের গভীরে প্রবেশলাভে সক্ষম হয়েছিলেন। উপজাতীয়দের উন্নয়নের বাবে আর্থিক সাহায্য দান, চাহুরীতে বিশেষ অধিকার দান, অস্তিত্ব সুযোগ-সুবিধা দান এবং আইনতমিক শিক্ষাদানের বিষয়ে তিনি কোনদিনই একমুখ ছিলেন না। পুরাপুরিতাবে বিজ্ঞানসম্মত কর্মপদ্ধতি স্বপায়ণে তিনি বিশ্বাসী ছিলেন। তাঁর মতে—“The best course would be to try and build up a caste-free new India, where no occupation is high and none low, and this with the help of those who are within the caste organisation as well as those who stand outside it”. তাঁর উপজাতি উন্নয়নের কর্মপদ্ধতিতে সদাসর্বদা এই সুরাই অনিত হতো। অধ্যাপক বসু রাজনীতি, অর্থনীতি ও বর্মীর পরিবর্তনের পরিপ্রেক্ষিতে সর্বভারতীয় সমাজব্যবস্থার দ্রুত পরিবর্তনের এতি সর্বদাই সজাগ ছিলেন। সামাজিক পরিবর্তনের প্রেক্ষ কারণগুলি অহুমতানে তিনি ব্যাপ্ত ছিলেন। তিনি একজন বিবদ্ধ সমাজ-বিজ্ঞানীর বিদ্যাবৃষ্টির অধিকারী ছিলেন এবং সেই বৃষ্টির সাহায্যে তিনি সামাজিক ক্রিয়া-বিক্রিয়ার অভ্যন্তরে প্রবেশলাভে সক্ষম হয়েছিলেন। তাই অল্প কথায় রচিত সারগর্ভ প্রবন্ধের মাধ্যমে তিনি একত সত্যে পৌঁছতে সক্ষম হতেন।

একত নৃ-বিজ্ঞানী অধ্যাপক বসুর জ্ঞানভাণ্ডার বিভিন্ন শাখা-প্রশাখার বিচরণে সমন্বিত আগ্রহ ছিল। ভূগোল, ইতিহাস, প্রত্নতত্ত্ব, ভূ-বিজ্ঞান তিনি কয়েকটি পারদর্শিতা অর্জন করেছিলেন এবং নৃ-বিজ্ঞানের আলোচনার সেই জ্ঞানভাণ্ডার বিকাশ তাঁর অধ্যয়নের দ্বারাকে বিশেষভাবে সজীবিত করেছিল। 1949 খৃঃ-অব্দে ভারতীয় বিজ্ঞান

কংগ্রেসের নৃ-বিজ্ঞান ও প্রত্নতত্ত্ব শাখার সভাপতি হিমায়ে তিনি ভারতীয় বহুবিসমৃদ্ধের নির্ধাপকাল নির্ণয়ের পরিপ্রেক্ষিতে যে ভাবণ যেন, তা তাঁর নৃ-বিজ্ঞান, প্রত্নতত্ত্ব ও ইতিহাসের অগাধ জ্ঞানের কবাই প্রদর্শিত করে। তাছাড়া তিনি বহুবিসমৃদ্ধ ও বহুবিসমৃদ্ধের ভৌগোলিক বিবরণ কয়েকটি জ্ঞানগর্ভ প্রবন্ধ রচনা করেন। অপর দিকে প্রাগৈতিহাসিক প্রত্নতত্ত্বের বিষয়ে কয়েকটি বহুদূর ভাবধারা প্রদানে এবং প্রাগৈতিহাসিক আচরণের কেন্দ্রের বসনকার্বে বিশেষ পারদর্শিতা প্রদর্শন করেছেন। সমুদ্রতল প্রাগৈতিহাসিক সংস্কৃতির বহুদূর উন্মোচনে অধ্যাপক বসুর অবদান অস্বীকার্য। মানবিক ভূগোলের অধ্যয়ন ও গবেষণার বিভিন্ন পর্বায়ে তাঁর গুরুত্বপূর্ণ অবদান বিশেষভাবে লক্ষ্যীয়। ভারতীয় সংস্কৃতির বৈচিত্র্যের মধ্যে ভৌগোলিক প্রভাব কতখানি, সে বিষয়ে পুথ্যপুথ্য আলোচনার তিনি অগ্রণীর ভূমিকা গ্রহণ করেছেন। তিনি দেখেছেন—“In spite of the fact that the languages of India are many, and there are well-marked differences between one regional culture and another, yet there is an over-all unity of design which makes them all members of one family.” কলিকাতার বিভিন্ন সমাজবলীর বিশ্লেষণে অধ্যাপক বসু সদাজাগ্রত ছিলেন। কলিকাতার সমাজ-জীবনের সমীক্ষার তিনি নৃ-বিজ্ঞান ও মানবিক ভূগোলের বিভিন্ন দ্বারা ও প্রণালীর প্রয়োগ করেছেন। 1968 খৃঃ-অব্দে প্রকাশিত “Calcutta-1964” শীর্ষক প্রামাণিক পুস্তকটির মধ্যে তথ্য ও তথ্যের গুরুত্ব এবং বিজ্ঞানভিত্তিক উদাহরণ সহযোগে তিনি কলিকাতার জনজীবনের এক প্রাঙ্গণ চিত্র পরিদ্রষ্ট করেছেন।

অধ্যাপক বসু এক দিকে যেমন সারা পৃথিবী-ব্যাপী বিভিন্ন বিবিভাগের পরিপ্রবেশ করে নৃ-



বিজ্ঞানের নানা দৃষ্টিভঙ্গির আলোচনা করেছেন, অপর দিকে ডেমনি নু-বিজ্ঞানচর্চার দ্বারা সাধারণ মানুষের মধ্যে প্রচারের ক্ষেত্রে বিশেষভাবে চেষ্টা করেছেন। প্রবাসী, দেশ, পশ্চিমার চেষ্টা এবং জ্ঞান ও বিজ্ঞান পত্রিকার তিনি নিয়মিত বা সাময়িকভাবে ভারতীয় সমাজ ও সংস্কৃতির বিভিন্ন বিষয় সহজ ও সাবলীলভাবে আলোচনা করেছেন। অধ্যাপক বহু একজন প্রখ্যাত নু-বিজ্ঞানী হিসাবে চিহ্নিত হলেও সাহিত্যের প্রতি তাঁর যথেষ্ট আগ্রহ ছিল। বঙ্গীয় সাহিত্য পরিষদের সঙ্গে তিনি বিশেষভাবে যুক্ত ছিলেন এবং কিছু দিন পরিষদের সভাপতির আসন অলঙ্কৃত করেছিলেন। বাংলার চর্চিত তাঁর বিভিন্ন প্রবন্ধাবলীর মধ্যে যথেষ্ট সাহিত্য মূল্য প্রতিষ্ঠিত হয়। একজন ভারতীয় পণ্ডিত হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানের বিভিন্ন দ্বারার বিশেষণে যেমন তিনি ভারতীয় সমাজ ও সংস্কৃতির বিশেষ অগ্রাবিকার দান করে এসেছেন, তেমনি একজন বাঙালী হিসাবে বাংলা ভাষার বিজ্ঞানচর্চার বিশেষ পদপাতী ছিলেন। বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের আজীবন সভ্যরূপে তিনি এই সংস্থার বাংলা

ভাষার বিজ্ঞানচর্চার প্রবন্ধের উদ্যোগকে প্রত্যক্ষ সহযোগিতা দান করে এসেছেন। বিবিল ভারত বক্তৃতা প্রসার সমিতির সঙ্গেও তিনি প্রত্যক্ষভাবে যুক্ত ছিলেন। তাছাড়া তিনি বিভিন্ন দেশীয় এবং বিদেশীয় 11টি সংস্থার আজীবন সভ্য এবং 4টি সংস্থার সাধারণ সভ্য ছিলেন এবং প্রত্যেকেরই সঙ্গে তাঁর বহুমুখ্য অবদানের মাধ্যমে ঘনিষ্ঠ যোগাযোগ রাখা করে এসেছিলেন। সেই পাণ্ডব যোগাযোগ বিধাতার অমোঘ নির্দেশে গত 15ই অক্টোবর ছিন্ন হলো—অধ্যাপক বহু এই পৃথিবী থেকে চিরবিদায় নিলেন।

অধ্যাপক বহুর অবলোকন শক্তি এবং বিশ্লেষণ ক্ষমতা সারা পৃথিবীব্যাপী নু-বিজ্ঞানীমহলে সুপরিচিত ছিল। এই বিশেষ গুণগণের অন্তর্গত বিভিন্ন কর্মব্যস্ততার মধ্যেও তিনি ভারতীয় নু-বিজ্ঞানকে বিশেষ এক রূপদান করে গেছেন। ভারতীয় সমাজ-ব্যবহার পরিপ্রেক্ষিতে, প্রকৃত ভারতীয়ের দৃষ্টিতে তিনি নু-বিজ্ঞানের জগতে যে "ভারতীয়ত্ব" প্রতিষ্ঠা করে গেলেন, তা ভারতীয় নু-বিজ্ঞানচর্চার ইতিহাসে একটি বিশেষ উল্লেখযোগ্য অধ্যায় হিসাবে পরিগণিত হবে।



# কৈশিক প্রক্রিয়া ও প্রবণোত্তর শব্দ

শ্রীমন্তেশ্বর দেৱ

আমাদের জীবনযাত্রার প্রতি পদক্ষেপেই রয়েছে বিজ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ। প্রকৃতিতে বা কিছু ঘটে, বাহ্যিক চাপ তার উপযুক্ত বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা। এমন একটি প্রাকৃতিক ঘটনা হচ্ছে, আগ্নেয়গিরির গারে আইসুলা ফুল—বাহ্যিক কোটবার দুই-এক দিনের মধ্যেই অগ্ন্যুৎপাত শুরু হয়। আইসুলা ফুল কোটবার সঙ্গে অগ্ন্যুৎপাত শুরু হবার ব্যাপারটা ছিল বিজ্ঞানীদের কাছে একটি বড় বিতর্কিত প্রশ্ন। সম্প্রতি কিছু দিন আগে বিজ্ঞানী কোনোভালড এই রহস্যের মূল উল্কাটন করেছেন, যা বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে নতুন সম্ভাবনার দ্বারপাত করেছে। অগ্ন্যুৎপাতের দুই-একদিন আগে থেকেই ভূত্বকে প্রচণ্ড কম্পনের সৃষ্টি হয়, যার কম্পনাক প্রবণোত্তর শব্দের কম্পনাকের কাছাকাছি বলে পরীক্ষার ফলে প্রমাণিত হয়েছে। প্রবণোত্তর শব্দের চাপ আইসুলা গাহের ফুল কোটবার অন্তে প্রয়োজনীয় উপাদান গাহের মূল নিরা-উপনিহার বাধ্যমে কাণ্ডে ডাড়াডাড়া পাকিয়ে দেয়। এই কারণে তখনই ফুল কোটে।

ব্রটিং কাগজে তরল পদার্থের সোষণ, কৈশিক বল দিয়ে তরলভরের উপরে ওঠা—এগুলি আমাদের জানা ঘটনা। এর মূলে আছে তরল পদার্থের পৃষ্ঠ-টান, যার বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা দিতে গেলে দু-একটা কথা বলে নেওয়া বরকার। তরল পদার্থের মধ্যে অণুগুলি যখন নির্দিষ্ট একটা দূরত্বের মধ্যে এসে পড়ে, তখনই তারা পরস্পরের উপর আকর্ষণ বল প্রয়োগ করতে পারে। এই দূরত্বকে বলা হয় আণবিক আকর্ষণ দূরত্ব। এই দূরত্ব দিয়ে যে কোন অণুকে কেন্দ্র করে একটি

গোলকের অভ্যন্তর করনা করলে গোলকটিকে বলা হয় ঐ অণুর আণবিক ক্রিয়াবল। ক্রিয়ামণ্ডলের অভ্যন্তরস্থ অণুগুলি পরস্পর পরস্পরকে সন্ধান খোঁজে আকর্ষণ করে। যে সব অণুর ক্রিয়ামণ্ডল পুরাপুরি তরল পদার্থের ভিতরে অবস্থিত, তাদের উপর লতি (Resultant) আকর্ষণ বল শূন্য হবে। কিন্তু তরল পদার্থের উপরিভাগের কাছে বাহ্যিক ক্রিয়ামণ্ডল আণবিকভাবে তরল পদার্থের ভিতর অবস্থিত, তারা তরলের উপরে কোন তরল অণু বা পাণ্ডার নিরক্ষী অসব বলের দ্বারা তরলের ভিতর দিকে আকৃষ্ট হবে। তরলের উপরিভাগে আসবার ক্ষেত্রে অণুর যে পরিমাণ গতিশক্তি বরড হয়, তা উপরিভাগের নিকটবর্তী অণুগুলিতে স্থিতি-শক্তিরূপে জমা থাকে। উপরিভাগের কেন্দ্রবল বড় বেশী হবে, তত বেশী সংখ্যক অণু ঐ ভাগে জমা হবে এবং তরলের মোট স্থিতিশক্তির পরিমাণও বেড়ে যাবে। কিন্তু বলবিজ্ঞানের নিয়ম অক্ষর্যারী সান্যাবস্থার বস্তুর স্থিতিশক্তি সর্বাঙ্গেকা কম। কাজেই উপরিভাগের কেন্দ্রবল বড়ই সঙ্কুচিত হবে, স্থিতিশক্তির পরিমাণও তত কমে যাবে অর্থাৎ তরলের উপরিভাগের সঙ্কুচিত হবার প্রবণতা সর্বদাই থাকে। তরল পদার্থের এই ধর্মকেই বলা হয় পৃষ্ঠ-টান। কৈশিক বল জলে ডোবাতে নলের অণু ও তরল পদার্থের অণুর মধ্যে একটি উল্লম্বী আকর্ষণ বল ক্রিয়া করে। এর ফলে তরল কৈশিক বল হয়ে উপরে উঠতে থাকে। বতকণ পর্যন্ত কৈশিক বলের তরলভরের ওজন আকর্ষণ বলের সমান না হয়, ততকণ এই প্রক্রিয়া

৩ ইনস্টিটিউট অব রেডিও কেমিস্ট্রি অ্যান্ড ইলেক্ট্রনিক্স, বিজ্ঞান কলেজ, কলিকাতা-৩



চলতে থাকে। যখন বিশরীভবনী বল দুটি পরস্পর সমান হয়, তখন নলের তিতর তরলস্তর দাঁড়িয়ে পড়ে।

যদি দিবে কোন বাতু কাটবার সময় বর্ণনের কলে এতও চাপের স্রুটি হয়। বাতুখণ্ডকে ঠাণ্ডা রাখবার জন্তে লুট্রিকোটিং তেল ব্যবহার করা হয়। বাতুখণ্ডটি কাটবার সময় এই স্থানে বাতুখণ্ডের গায়ে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কাটনের স্রুটি হয়। আগে যেনে করা হতো শুধুমাত্র কৈনিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে লুট্রিকোটিং তেল এই সব কাটলে প্রবেশ করে বাতুখণ্ডকে ঠাণ্ডা রাখে। কিন্তু উচ্চ-গতিসম্পন্ন কটোপ্রাক্রির পরীক্ষা থেকে দেখা গেছে যে, কৈনিক প্রক্রিয়ার যে হারে তরল পদার্থের বাওয়া উচিত, তার তুলনায় অনেক বেশী হারে বাতুখণ্ডের কাটলে লুট্রিকোটিং তেল সঞ্চারিত হয়। এথেকে কোনোটালভ ধারণা করেন যে, এর শিহনে নিস্তরই অতিরিক্ত কোন চাপের প্রভাব রয়েছে। তিনি তখন একটি পিসো-ইলেকট্রিক কেলসের সাহায্যে বাতুখণ্ড কাটবার সময় যে কম্পন স্রুটি হয়, তার কম্পনাক গণনা করলেন এবং দেখলেন যে, এই কম্পনাক প্রবণোত্তর শব্দের কম্পনাঙ্কের কাছাকাছি এবং এদের বিস্তার খুবই কম। এথেকে তিনি আশ্চর্য করেন যে, বাতুখণ্ডের কাটলে লুট্রিকোটিং তেলের ডাড়াডাড়ি প্রবেশের মূলে হয়তো প্রবণোত্তর শব্দের চাপের প্রভাব রয়েছে এবং এটা প্রমাণ করবার জন্তে তিনি নিম্নোক্ত পরীক্ষাটি করেন। একটি পাতের

নীচে প্রবণোত্তর শব্দ স্রুতিকারী একটি বস্তু সংযুক্ত করা হলো। প্রথমে বস্তুর নীচাগিয়ে এই পাতিবিত্ত তরল পদার্থে কৈনিক বল তুবিয়ে দেখা গেল যে, তরলস্তরের উচ্চতা এমন—যেটা আনুমান্য আনুমান্য জানা পদার্থবিজ্ঞানের নিয়মানুসারে ব্যাখ্যা করতে পারি। কিন্তু উপরিউক্ত বস্তুর চাপিয়ে দিলে এই তরলস্তরের উচ্চতা অস্বাভাবিকভাবে বেড়ে যায়। কানেই কোনোটালভ এই পরীক্ষা থেকে নিজের ধারণা সম্পর্কে নিঃসন্দেহ হলেন। কৈনিক নলে তরলস্তরের উপর প্রবণোত্তর শব্দের যে প্রভাব—তা জৈব বা অজৈব যে কোন তরল পদার্থের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য। এই সমস্ত পরীক্ষালভ সত্য কোনোটালভকে আইন্সলা কুল কোটবার সহিত উদ্ঘাটনে সাহায্য করেছিল। কানেই আইন্সলা গাছের নিরা-উপনিহার সত্য নিয়ে যে কৈনিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে উদ্ভিদের প্রয়োজনীয় উপাদানগুলি মূল থেকে কাণ্ডে পৌঁছায়, তা অসংখ্যপাতের সময়ে স্রুটি প্রবণোত্তর শব্দের প্রভাবে বর্ণনিত হয়ে কুল কোটার।

প্রবণোত্তর শব্দের এতও চাপের পরিমাণ এত বেশী যে, কোনোটালভের পরীক্ষার আগে কৈনিক নলের ক্ষেত্রে এত বেশী চাপের অস্তিত্ব ও তার প্রভাব সম্পর্কে কেউ সচেতন ছিল না। এই আবিষ্কার প্রযুক্তিবিজ্ঞান, কৃষিবিজ্ঞান, রসায়নশাস্ত্র ও চিকিৎসাশাস্ত্রের বহু প্রসিদ্ধিত তথ্যের মূলে নাক্সা নিয়েছে এবং এর কলে নতুন করে এই স্রুতিকারী নিয়ে তাদের ব্যাখ্যা করবার দিন এসেছে।



# উদ্ভিদ-কোষের ভেতরতা

মনোজকুমার সাহু ও পূর্ববী চট্টোপাধ্যায়\*

কোন একটি কোষের মধ্যে জল ও অম্লীয় দ্রবের প্রবেশ এবং কোষ থেকে এদের প্রস্থান প্রধানত: প্রোটোপ্লাজমের একটি বিশেষ নির্বাচনী ক্রমবাহী উপর নির্ভর করে। সব ধরনের পদার্থ কোষের মধ্যে সমপরিমাণে ও সমগতিতে প্রবেশ করতে পারে না। আবার কোন কোন পদার্থ কোষের মধ্যে সহজেই প্রবেশ করতে সক্ষম হলেও কোষ থেকে বেরিয়ে আসা তাদের পক্ষে বেশ কঠিন; অর্থাৎ উক্ত পদার্থের কাছে কোষটি কেবলমাত্র অর্ধভেদ (Semi-permeable), সম্পূর্ণ ভেদ্য নয়। কোষের এই ভেদ্যতা (Permeability) নিয়ন্ত্রণ করে প্রোটোপ্লাজমের একটি স্তর। প্রোটোপ্লাজমের মধ্যে আবার দুটি আবরণীতন্ত্রের (Membrane system) উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়—ভ্যাকুওলের (Vacuole) দিকে তিতরের আবরণীকে বলা হয় Tonoplast এবং কোষ-প্রাচীরের দিকে বাইরের আবরণীর নাম হলো Plasmalemma। সাধারণত: এই আবরণীতন্ত্র সম্মিলিতভাবে প্রাক্ষা আবরণী নামে অভিহিত। এই আবরণীর বেধ অতি ক্ষুদ্র (প্রায়  $7.5\mu$ ), তাই কেবলমাত্র ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে একে পর্যবেক্ষণ করা যায়। প্রাক্ষা আবরণীর প্রকৃতি প্রোটোপ্লাজমের প্রধান অংশ থেকে পৃথক। যদিও বিভিন্ন উদ্ভিদের কোষের—এমন কি, একই উদ্ভিদের বিভিন্ন অঙ্গ-প্রত্যঙ্গের কোষের আবরণীর বেধ, আণবিক উপাদান ও কার্বাইলীর মধ্যে যথেষ্ট পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। তথাপি এতদ্যক কোষের আবরণীর মধ্যে কিছু কিছু সাধারণ আছে। কোষের ভেদ্যতা ও বিভিন্ন কোষের পৃষ্ঠটান (Surface tension) পরিমাপ করে

এবং ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সহায়তায় বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, আবরণীটি চর্বি (Lipid) ও প্রোটিনজাতীয় উপাদানে গঠিত। প্রোটিন অণু সাধারণত: দীর্ঘাকৃতি ও জটিল হওয়ায় এবং ঠাণ্ডা ও নিষ্ঠাক্রম হতে সক্ষম হওয়ায় আবরণীটি সমুচিত ও প্রসারিত হতে পারে। কোষের বৃদ্ধি ও চলনে প্রাক্ষা আবরণী কোনরূপ বাধার সৃষ্টি করে না। প্রাক্ষা আবরণী সবচেয়ে নানা তথ্য জানা গেলেও এর সংযোজন, প্রসারণ, বৃদ্ধি ও কার্বাইলীর সম্যক উপলব্ধি এখনও সম্ভব হয় নি।

## ভেদ্যতার তারতম্য

একটি কৃত্রিম কিন্তু জীবিত কোষকে জলে স্থাপন করলে দেখা যায় যে, কোষ-প্রাচীরের বৃদ্ধির হার প্রোটোপ্লাজমের চেয়ে অনেক গুণ বেশী। এর কারণ হলো, কোষ-প্রাচীর প্রোটোপ্লাজমের তুলনায় অনেক বেশী ভেদ্য। পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, Nitella কোষের প্রাচীর প্রোটোপ্লাজমের চেয়ে প্রায় 3.5 গুণ অধিক ভেদ্য।

সম্প্রতি Tonoplast ও Plasmalemma আবরণীর মধ্যেও ভেদ্যতার তফাৎ লক্ষ্য করা গেছে। ইউরিয়ার কাছে প্রথমোক্ত আবরণী পেনেত্রান্ট আবরণীর প্রায় 30 গুণ বেশী ভেদ্য।

ভেদ্যতা সাধারণত: পদার্থটির প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। জলে সহজেই দ্রবীয়, এমন পদার্থ কোষের পর্দায় অপেক্ষাকৃত কম দ্রবীয়। তাই এই ধরনের পদার্থের কোষের মধ্যে ও বাইরে চলাচলের গতিও অপেক্ষাকৃত মন্থর। অপর দিকে



কোবের আকর্ষণীয় মধ্যে লিপিডের উপস্থিতির ক্ষেত্রে লিপিডে দ্রবণীয় পদার্থ অত্যন্ত পদার্থের তুলনায় সহজেই কোবে প্রবেশ করতে পারে। তাই লিপিডে অক্সালিক অ্যাস, যেমন—oxalic acid, malic acid, citric acid ইত্যাদি ডাকুওলের মধ্যে ক্রমাগত জমা হয়। কারণ ঐ অ্যাসিডগুলি প্রাকৃতিক আকর্ষণীয় তৈরি করে সাইটো-প্রাকৃতিকের মধ্যে আসতে পারে না। আবার লিপিডে সহজেই দ্রবণীয় অ্যাস, যেমন—acetic acid, lactic acid, pyruvic acid ইত্যাদি আকর্ষণীয় তৈরি করে সাইটোপ্রাকৃতিকের মধ্যে প্রবেশ করতে পারে, তাই ডাকুওলে এদের উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায় না। লিপিডে তৈরি অ্যাসগুলির দ্রাব্যতা বৃদ্ধি বা হ্রাস করে এমন অবস্থাও এগুলির প্রবেশ নিয়ন্ত্রণ করে। যেমন কোবরসের অম্লতা বৃদ্ধি পেলে লিপিডে তৈরি অ্যাসগুলির দ্রাব্যতাও বৃদ্ধি পায়।

পরীক্ষার কালে দেখা গেছে, গ্যাসীয় পদার্থ সহজেই কোবে প্রবেশ করতে পারে। ছোট ছোট অণুও সাধারণতঃ দ্রুত প্রবেশে সক্ষম। অবশ্য এই নিয়ম কেবলমাত্র আণবিক ওজন 50-60 এমন অণুও (যেমন—জল, কোহল ইত্যাদি) ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য। তবে ইলেকট্রোলাইট (Electrolyte) বা তড়িৎবিশিষ্ট পদার্থ এর উল্লেখযোগ্য ব্যতিক্রম। অনেক ক্ষেত্রে যদিও এদের অণুর আয়তন বেশ ছোট, তবুও এগুলি অতি মন্থ গতিতে কোবে প্রবেশ করে বা অনেক সময় একেবারেই প্রবেশ করতে সক্ষম হয় না। এর কারণ হলো এই যে, ইলেকট্রোলাইট সহজেই আয়নিত হয় এবং জলবোজনের (Hydration) কালে আয়নিত ইলেকট্রোলাইটের আয়তন অনায়াসেই ইলেকট্রোলাইটের চেয়ে অনেক গুণ বেশী বৃদ্ধি পায়। তাছাড়া আয়নের বৈদ্যুতিক আধানও (Electrical charge) প্রবেশে বাধা দেয়। দুর্বল অম্ল ও বেসগুলি (Weak acids

and bases) অপেক্ষাকৃত দ্রুতগতিতে কোবে প্রবেশ করতে সক্ষম, কারণ এদের অণু প্রধানতঃ অনায়াসেই অবস্থার থাকে এবং অনায়াসেই অণু আধানবিহীন ও নির্জলিত (Dehydrated) হওয়ার আয়তনেও বেশ ছোট হয়। লিপিড আকর্ষণীয় আয়নিত ইলেকট্রোলাইট থেকে অনায়াসেই ইলেকট্রোলাইট অনেক বেশী দ্রবণীয়।

সাধারণতঃ কোবের মধ্যে non-electrolyte-এর প্রবেশ অত্যন্ত কঠিন পদার্থের উপস্থিতির দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় না। তবে ইলেকট্রোলাইটের ক্ষেত্রে এই নিয়ম প্রযোজ্য নয়। একমূল্যী (Monovalent) cation-এর দ্রবণে দ্বিমূল্যী (Divalent) cation-এর উপস্থিতি প্রথমেই পদার্থটির প্রবেশের গতি হ্রাস করে। আবার কোন কোন পদার্থের দ্রবণ এককভাবে কোবের কাছে বিষাক্ত (Toxic) হলেও ছোট লবণের দ্রবণ একত্রে যোটেই অতিশয় ক্ষতিকারক নয়। যেমন সোডিয়াম বা পটা-সিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণে একটি কোবকে স্থাপন করলে সোডিয়াম বা পটা-সিয়ামের দ্রুত প্রবেশের ফলে সাইটোপ্রাকৃতিকের ক্ষীণতা ও সঙ্গে সঙ্গে ডাকুওলের সঞ্চয়ন ঘটে, কারণ ডাকুওলিত জল সাইটো-প্রাকৃতিকের মধ্যে স্থানান্তরিত হয় এবং শেষে কোবটি ধীরে ধীরে। কিন্তু অতি সামান্য পরিমাণ (1/10 ভাগ) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড উপরিউক্ত দ্রবণে যোগ করলে সাইটোপ্রাকৃতিকের এই অব্যাহতিক ক্ষীণতা ঘটে না এবং কোবটিও দীর্ঘ দিন ব্যাবহিকভাবে বেঁচে থাকে। প্রমাণিত হয়েছে যে,  $Ca^{++}$  আয়ন কোবের মধ্যে  $K^{+}$  বা  $Na^{+}$  আয়নের প্রবেশ নিয়ন্ত্রিত করে। এক আয়নের উপর আরেক আয়নের এইরূপ প্রত্যাবর্তক বিপরীত বা বৈপরীত্য (Antagonism) বলে। আর ছোট লবণের মিশ্রণে প্রস্তুত অক্ষতিকারক (Non-toxic) দ্রবণকে সুষম দ্রবণ (Balanced solution) বলে। আবার সোডিয়াম ও পটা-সিয়াম ক্লোরাইড একমূল্যী সাইটোপ্রাকৃতিকের



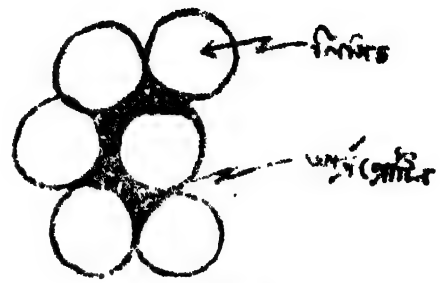
মধ্যে ক্রম প্রবেশ করতে সক্ষম হলেও অ্যাকুওলের মধ্যে অত সহজে প্রবেশ করতে পারে না। কারণ সাইটোপ্লাজমের ভিতরের ও বাইরের (অর্থাৎ Tonoplast ও Plasmalemma) আবরণীর ভেতর  $N^+$  ও  $K^+$  আয়নের কাছে সমান নয়।

প্রক্রিয়া বৈপরীত্য সম্পর্কে বৈজ্ঞানিকেরা তির বত পোষণ করেন। কেউ কেউ বলেন যে, প্লাজমার আবরণী আয়নের কাছে একেবারেই দুর্বল। কোন স্রবণের অসম স্রবণে একটি কোষকে স্থাপন করলে কোষের পর্দা প্রথমে কতিপয় হয় ও আবরণীর নির্বাচনী ক্ষমতা লোপ পায়, কিন্তু অসম স্রবণ আবরণীর এই ক্রম-ক্ষতি রোধ করে। আবার আবরণীর কলি ধর্ম (Colloidal property) দিয়েও অনেকে আয়ন প্রক্রিয়ার বৈপরীত্যের ব্যাখ্যা করেছেন। কস্কোলিপিড হচ্ছে একমাত্র জৈব কলি, যার মধ্যে  $Na^+$  ও  $Ca^{++}$  আয়নের বৈপরীত্য পরিলক্ষিত হয়। প্লাজমা আবরণীতে কস্কোলিপিডের উপস্থিতি এটাই প্রমাণ করে যে, কোষের ভেতর কস্কোলিপিডের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। কারণ কস্কোলিপিডের অণুতে apolar (লিপিতে দ্রবণীয়) এবং polar (জলে দ্রবণীয়) — উভয় প্রণীই উপস্থিত থাকে।

### প্লাজমা আবরণীর গঠনশৈলী ও ভেতর- সিঙ্গুলার পদ্ধতি

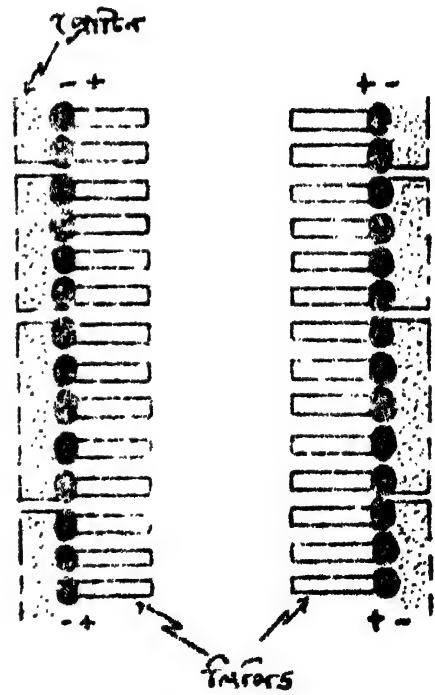
এই সম্বন্ধে বৈজ্ঞানিকদের মধ্যে বড়ো মতভেদ রয়েছে। অনেকে বলেন যে, অবশেষে প্লাজমা আবরণীট বেন একটি ঝাঁকুনি বিশেষ (১নং চিত্র)। এটি অপেক্ষাকৃত বৃহৎ লিপিড অণু দিয়ে প্রস্তুত, যার মধ্যে ছোট ছোট দ্রবণীয় আছে। এই দ্রবণীয় আবার প্রোটিনের দ্বারা পূর্ণ। এই দ্রবণীয় অণুসমূহ লিপিতে দ্রবণীয় যে কোন আয়নের অণু অতি সহজেই কোষের আবরণী ভেদ করতে পারে, কিন্তু লিপিতে অদ্রবণীয় কেবলমাত্র সুস্থায়িত্ব

অণুগুলিই দ্রবণীয় দিয়ে আবরণী ভেদ করতে সক্ষম।



১নং চিত্র  
ছাঁকুনির দ্বারা গঠনশৈলী প্লাজমা আবরণী

অপর দিকে Davson ও Danielli-র মতভঙ্গিতে প্লাজমার আবরণী হলো কস্কোলিপিডের দুটি স্তরের



২নং চিত্র  
প্লাজমা আবরণীর দ্বি-স্তর গঠনশৈলী

সমষ্টি, যা আবার প্রোটিনের একটি পাতলা স্তর দিয়ে আবৃত থাকে। লিপিডের polar প্রা



প্রোটিনের দিকে আর non-polar গ্রাউপ পরস্পরের সুখোমুখি অবস্থিত। 2নং চিত্রে প্রাক্কম্মা আবরণীর ভিত্তর প্রকৃতি দেখা যাচ্ছে।

সম্প্রতি ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে তোলা কোষ আবরণীর ছবি অবশ্য লিপিত হাঁকনী তত্ত্বের (Lipid Sieve Theory) বাণার্থ্য প্রমাণ করে এবং এই তত্ত্বের সহায়তার বিভিন্ন ধরনের পদার্থের কাছে প্রাক্কম্মা আবরণীর ভেতরতার তারতম্য অবিকাশে সময় ব্যাখ্যা করা যায়—যদিও এর কিছু কিছু ব্যতিক্রম আছে। তবে এটা স্মরণ রাখতে হবে যে, জীবন্ত কোষের প্রাক্কম্মার আবরণী ঘোটেই চিরস্থির নয়, প্রতিনিয়তই এর গঠন ও রাসায়নিক উপাদান পরিবর্তিত হচ্ছে।

কোষের ভেতরতা নিয়ন্ত্রণ ছাড়া আরও অনেক কাজে [ যেমন—প্রোটিন সংশ্লেষণ, শক্তি স্থানান্তর (Energy transfer), পদার্থের সক্রিয় স্থানান্তর (Active transport of substance) ইত্যাদি ] প্রাক্কম্মার আবরণীর অংশ গ্রহণ করে। আবরণীর মধ্যে প্রোটিনের উপস্থিতির জট্টাই উপরিউক্ত ক্রিয়াকলাপগুলি সাধিত হওয়া সম্ভব। আবরণীর উপাদান কেবলমাত্র লিপিত হলে এই ক্রিয়াকলাপ সম্ভব হতো না।

### কোষের ভেতরতার পরিমাপ-পদ্ধতি

সব উদ্ভিদের কোষের ভেতরতা সমান নয়—এমন কি, একটি নির্দিষ্ট কোষের ভেতরতা কোন একটি বিশেষ পদার্থের কাছে সব সময় সমান নয়। বিভিন্ন অঙ্গুলে কোষের ভেতরতার তারতম্য বিশেষভাবে পরিলক্ষিত হয়।

কোষের আবরণীর ভেতরতা পরিমাপ করার জন্যে সাধারণতঃ নিম্নলিখিত পদ্ধতি দুটি অঙ্গুলত হয়।

1. রাসায়নিক বিশ্লেষণ—এই প্রক্রিয়ায় কোষটিকে প্রথমে একটি পদার্থের দ্রবণে নির্দিষ্ট সময় ধরে নিমজ্জিত রাখা হয়। পরে ঐ কোষের রস (Cell sap) কৃত্রিম উপায়ে বের করে নিয়ে রাসায়নিক বিশ্লেষণ করে দ্রাব্যের পরিমাপ করা হয়। যুগ্ম কোষবিশিষ্ট অ্যানজির (যেমন—Chara, Nitella, Valonia) ক্ষেত্রে এই প্রক্রিয়া সহজেই ব্যবহার করা যেতে পারে। কারণ ঐ সকল উদ্ভিদের এক-একটি কোষ থেকে অল্প 1 মিলিমিটার কোষরস microsyringe-এর সাহায্যে সহজেই বের করে নেওয়া যেতে পারে।

2. আইসোটোপ পদ্ধতি (Isotope Method)—এই পদ্ধতিতে কোন একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের দ্রবণে একটি জীবন্ত উদ্ভিদ-কোষকে নির্দিষ্ট সময় ধরে নিমজ্জিত রাখা হয়। পরে ঐ কোষস্থিত প্রোটোপ্রাক্কম্মা ও ভ্যাকুওলের মধ্যে তেজস্ক্রিয়তার পরিমাপ নির্ধারণ করে প্রাক্কম্মার আবরণীর ভেতরতা পরিমাপ করা হয়।

পরিশেষে প্রাক্কম্মার আবরণী সম্বন্ধে বলা যায় যে, এটি জীবিত কোষের একটি অচ্ছেদ্য অংশ এবং কোষস্থিত অন্যান্য আবরণীতন্ত্রের সঙ্গে নিবিড়ভাবে যুক্ত। বিদীর্ণ বা বিচ্ছিন্ন হলে পুনঃসংস্কারের ক্ষমতা, বিচলন, ভেতরতা নিয়ন্ত্রণ ক্ষমতা ইত্যাদি কোষ আবরণীর সজীবতা প্রমাণ করে। প্রাক্কম্মার আবরণীর গঠন ও ভেতরতা নিয়ন্ত্রণসহ অন্যান্য কার্যাবলী সম্পর্কে বহু তথ্য জানা গেলেও বিভিন্ন উদ্ভিদের কোষের মধ্যে আবরণীর গঠন ও ভেতরতার দ্বারা নিয়ে বৈজ্ঞানিকদের মধ্যে বর্ধেই মতানৈক্য রয়েছে। তাই আরো বিদগ্ধ গবেষণা না হওয়া পর্যন্ত কোন মতবাদই সব উদ্ভিদের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হবে না।



# কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে সূর্য সম্বন্ধে গবেষণা

দীপক বসু\*

সূর্যের সঙ্গে আমাদের পরিচিতি নানা ভাবে। আমরা সূর্যকে দেখতে পাই—কারণ সূর্য আলোক-তরঙ্গ বিকিরণ করে। আমরা সূর্যের প্রত্যক্ষ অধ্যয়ন করি—কারণ সূর্য তাপ-তরঙ্গ বিকিরণ করে। অনেকেরই হৃদয়ে জ্বলেন না যে, আমরা বর্তমানে সূর্যের কথাবার্তাও শুনেতে পারি—কারণ সূর্য বেতার-তরঙ্গ বিকিরণ করে। বেতার-তরঙ্গ বলতে—যে ধরনের তরঙ্গ আমাদের বাড়ীর বেতার গ্রাহক-যন্ত্রে (রেডিও) ধরে আমরা গানবাজনা শুনে থাকি। সূর্য থেকে বিকিরিত তরঙ্গমালায় অবশ্য এখানেই শেষ নয়। আরও আছে—গামা রশ্মি, রঞ্জন রশ্মি ও অতিবেগুনী রশ্মি। এই সব বিভিন্ন ধরনের তরঙ্গ মূলতঃ একই জাতীয়। এদের একসঙ্গে বলা হয় বিদ্যুচ্চৌম্বক তরঙ্গমালা। এদের পরস্পরের মধ্যে তফাত শুধু দৈর্ঘ্যে—অর্থাৎ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে। তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য হচ্ছে তরঙ্গের পাশাপাশি দুটি উচ্চতম বা নিম্নতম অংশের মধ্যে দূরত্বের পরিমাণ। তরঙ্গ ছাড়া সূর্য থেকে আরও এক ধরনের বিকিরণ হয়। সেগুলি হচ্ছে বিদ্যুৎ-কণিকা; যেমন—ইলেকট্রন ও প্রোটন।

বাহ্যিক, এই বিশাল তরঙ্গমালা বা বিদ্যুৎ কণিকগুলির সকলেই ভূ-পৃষ্ঠ পর্যন্ত পৌঁছতে পারে না। তরঙ্গমালার অনেককেই পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল ভেদে নেয়। শুধু আলোক ও বেতার-তরঙ্গ বায়ুমণ্ডলের বাধা অতিক্রম করতে সক্ষম। আলোকের ক্ষেত্রে 2900 A. U. (1 A. U =  $10^8$  সে: মি:)-এর দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট তরঙ্গ পর্যন্ত সীমারেখা টানা যায়। তদিকে বেতারের ক্ষেত্রে 1 সে: মি: থেকে 30 মি:-এর ভরষা ভূপৃষ্ঠে পৌঁছতে পারে। 1 সে: মি:-এর চেয়ে ছোট তরঙ্গ

বায়ুমণ্ডলে শোষিত হয়ে যায় আর 30 মি:-এর বড় তরঙ্গ আয়নমণ্ডলে প্রতিফলিত হয়ে আবার মহাপৃষ্ঠে ফিরে যায়। আলোক ও বেতার ছাড়া অন্য কোন তরঙ্গের বায়ুমণ্ডল ভেদ করে ভূপৃষ্ঠে প্রবেশাধিকার নেই। কণিকগুলির ক্ষেত্রে মহাজাগতিক রশ্মিজাতীয় অত্যধিক শক্তিসম্পন্ন কণিকাই শুধু ভূমি স্পর্শ করতে পারে। অপেক্ষাকৃত কম শক্তিসম্পন্ন কণিকা পৃথিবীর কাছাকাছি এলেই পৃথিবীর চৌম্বক ক্ষেত্রের দ্বারা আটকা পড়ে যায়। তাদের আর ভূপৃষ্ঠ পর্যন্ত পৌঁছনো হয়ে ওঠে না। কলে ভূপৃষ্ঠ থেকে সরাসরি পর্যবেক্ষণ শুধু সম্ভব জ্যোতির্বিজ্ঞানের মাধ্যমে আলোক ও বেতার-তরঙ্গের সাহায্যে এবং মহাজাগতিক রশ্মির মাধ্যমে বিকিরিত কণিকার পরিমাপের দ্বারা। বিজ্ঞানীরা অবশ্য অনেক আগেই বুঝেছিলেন যে, বায়ুমণ্ডলের দ্বারা পরিবর্তিত তরঙ্গমালাকে পর্যবেক্ষণ না করলে সূর্য সম্বন্ধে আমাদের জ্ঞান সম্পূর্ণ হবে না। কিন্তু এর ক্ষেত্রে সরকার বায়ুমণ্ডলের উপরে একটি গবেষণাগার স্থাপন করা। তখনকার দিনে সেটা খুব সম্ভবসাধ্য ছিল না।

অবশেষে স্বপ্ন সফল হলো। 1934 সালে একটি বেগুন বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি নিয়ে ভূপৃষ্ঠ থেকে 35 কি: মি: উপরে উঠে গেল। এরপর দ্বিতীয় মহাযুদ্ধের অবদান V-2 রকেট সৌর বিকিরণ পরিমাপ করার ক্ষেত্রে বিশেষভাবে নিষিদ্ধ যন্ত্রপাতি নিয়ে 200 কি: মি: পর্যন্ত উঠে গেল। তবে মহাপৃষ্ঠে গবেষণাগার হিসাবে রকেটের

\* Radio Astronomy Section, Mackenzie University, Sao Paulo, Brazil



ভুলনার তৃত্ব উপগ্রহ অধিকতর উপযোগী। কারণ রকেটের আবু কয়েক মিনিট বার আঁর উপগ্রহ কয়েক বছর পর্যন্ত সক্রিয় থাকে। কলে উপগ্রহের সাহায্যে বাতাবাহিক পর্যবেক্ষণ চালানো যায়। বেলুন এবং রকেটের সাহায্যে অনেক তথ্য সংগ্রহ করা হয়েছে। তবে অপেক্ষাকৃত গুরুত্বপূর্ণ আবিষ্কার সম্ভব হয়েছে তৃত্ব উপগ্রহ ও মহাশূভ্রগামী যানের সাহায্যে। তাবতে সভ্যই আশ্চর্য লাগে—কত রকমের বস্তুপাতি ক্ষুদ্র যানের সীমিত স্থান ও ওজনের মধ্যে বসানো হয়। প্রচণ্ড গতিবেগ ও ঝাঁকুনি, আবাত্তরিক তাপ ও চাপের মধ্যে থেকেও এই সব বস্তু সক্ষমক্রিয়ভাবে কাজ করে।

যদিও প্রথমে বলা হয়েছে—সূর্যের সঙ্গে আমরা নানাভাবে পরিচিত। সাধারণ লোকের কাছে অবশ্য সূর্য আলো ও উত্তাপ বিকিরণকারী একটি গোলকবিশেষ মাত্র। আসলে সূর্য অনেক বড়। সাধা গোলকটি হচ্ছে সবচেয়ে ডিম্বের অংশ—নাম আলোকমণ্ডল। তাপমাত্রা  $6000^{\circ}$ । আলোকমণ্ডলের উপর মোটামুটি 20,000 কিঃ মিঃ পর্যন্ত স্তরের নাম বর্ণমণ্ডল, তাপমাত্রা প্রায়  $15,000^{\circ}$ । বর্ণমণ্ডলের পর রয়েছে বিশাল ছটামণ্ডল, তাপমাত্রা কোন কোন স্থানে  $10^{\circ}$  এবং বিস্তার সম্ভবতঃ পৃথিবী পর্যন্ত। বর্ণমণ্ডল ও ছটামণ্ডল খালি চোখে দেখা যায় না। খালি চোখের দর্শকেরা সৌরমণ্ডলের আরও অনেক চমকপ্রদ দৃষ্ট থেকে বঞ্চিত। এদের মধ্যে সব চেয়ে উল্লেখযোগ্য হচ্ছে—সৌরকলক ও সৌর বিস্ফোরণ—এক কবার বলা যায় সৌরপৃষ্ঠের বিদ্যুৎ অকল। সৌরকলক হচ্ছে সূর্যের সব রকম বিদ্যুৎতার কেন্দ্রবিন্দু। দেখতে সাধা আলোকমণ্ডলের উপর কালো কালো দাগের মত এবং প্রচণ্ড শক্তিশালী চৌম্বক কেন্দ্রসম্বিত। সৌরকলকের সংখ্যা প্রতি 11 বছরে একবার চলে ওঠে। একে বলে সৌরচক্র। সৌর বিস্ফোরণ

হচ্ছে বর্ণমণ্ডল অকলে হঠাৎ বিস্ফোরণ—এর কলে সৌরকলকের চতুর্দিকের এলাকা হঠাৎ অত্যধিক আলোকিত হয়ে ওঠে। বাহ্যিক, সৌরপৃষ্ঠে এই রকমের কোন বিদ্যুৎ অকল না থাকলেও সূর্য থেকে কিছুটা বিকিরণ সর্বদাই আসছে। একে বলা যায় শান্ত বিকিরণ। সৌরকলক হচ্ছে অতিরিক্ত বিকিরণের উৎস। কলে সৌরকলকের আবির্ভাবের সঙ্গে সঙ্গে সৌর বিকিরণের তীব্রতাও ধীরে ধীরে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়। সৌর বিস্ফোরণ হঠাৎ ঘটে। কলে সৌর বিকিরণও হঠাৎ ও খুব তাড়াতাড়ি অত্যধিক তীব্র হয়ে ওঠে এবং তারপর ধীরে ধীরে পূর্বমাত্রার কিংবে আসে। এই তাবে সৌরপৃষ্ঠে কোন প্রকার বিদ্যুৎ অকলের আবির্ভাবের কলে শান্ত বিকিরণের উপর তরঙ্গ-মালা ও বিদ্যুৎ কণিকা উভয়েরই অতিরিক্ত বিকিরণ পরিদৃষ্ট হয়।

বায়ুমণ্ডলের উপর থেকে সূর্যকে পর্যবেক্ষণের প্রধান অবদান হচ্ছে 2000 A. U.-এর ছোট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট বিকিরণের সম্ভান করা। বর্তমানে রঞ্জন রশ্মি ও অতিবেগুনী রশ্মিতে সম্পূর্ণভাবে সূর্যকে পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে। রঞ্জন রশ্মি ও অতিবেগুনী রশ্মিতে গৃহীত সৌর-পৃষ্ঠের ছবি থেকে দেখা গেছে—বিদ্যুৎ অকলগুলি থেকে আগত এসব রশ্মি অধিকতর তীব্র। অতিবেগুনী রশ্মির ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ অকলের বিকিরণ অস্ত্রান্ত্র অংশের বিকিরণের চেয়ে চার গুণ হতে পারে। রঞ্জন রশ্মিতে বিদ্যুৎ অকল পার্শ্ববর্তী অকল থেকে আট গুণ উজ্জ্বল দেখাতে পারে। OSO—1, Injun—1, SOLRAD, Aerial—1, Electrons—2 এবং 4—এই সব উপগ্রহের সাহায্যে সূর্যের উপর সর্বদা কড়া নজর রেখে দেখা গেছে যে, যদি কোন বিস্ফোরণ না ঘটে, তবে সৌর রঞ্জন রশ্মির তীব্রতা প্রায় 24 ঘণ্টার মোটামুটি অপরিবর্তিত থাকে। কয়েক দিন থেকে কয়েক বাসের মধ্যে এই তীব্রতা 3 থেকে 100 গুণ



পরিবর্তিত হয়। এই পরিবর্তন নির্ভর করে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের উপর। সৌরচক্রের অবন থেকে চরম অবস্থার মধ্যে সূর্যের রঞ্জন রশ্মির তীব্রতা— তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে—50 থেকে কয়েক শ' গুণ পর্যন্ত বৃদ্ধি পেতে পারে। সৌর বিক্ষোভের থেকে রঞ্জন রশ্মির অতিরিক্ত বিকিরণ প্রথম আবিষ্কৃত হয় 1956 সালে Aerobee রকেটের সাহায্যে। পরে SOLRAD উপগ্রহের পর্যবেক্ষণ থেকেও অত্যধিক বৃদ্ধি বরা পড়ে। বড় রকমের বিক্ষোভের ক্ষেত্রে তীব্রতা প্রায় 10 গুণ বৃদ্ধি পেতে পারে। সৌর বিক্ষোভের ফলে সময়ের সঙ্গে রঞ্জন রশ্মি 3 সে: মি: দৈর্ঘ্যের তরঙ্গের তীব্রতার পরিবর্তন অস্বল্পপভাবে হয়ে থাকে এবং সৌরপৃষ্ঠের একই অংশ থেকে এই দুই প্রকার তরঙ্গ বিকিরিত হতে দেখা গেছে।

অঙ্ক করে জানা গেছে যে, বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের বেতার-তরঙ্গ সৌরমণ্ডলের বিভিন্ন স্তর থেকে বিকিরিত হয়—তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য বড় বড়, 'তত উপরের দিকের স্তরে সেগুলির উৎপত্তি হয়ে থাকে। এভাবে 30 মি:-এর তরঙ্গের একটি স্তর আছে। 30 মি:ট হচ্ছে সর্ববৃহৎ তরঙ্গ, যা আমাদের বায়ুমণ্ডল তেজ করতে পারে। ফলে এতকাল সৌরমণ্ডল সম্বন্ধে আমাদের জ্ঞান 30 মি:-এর স্তর পর্যন্তই সীমাবদ্ধ ছিল। তার উপরের অঞ্চল সম্বন্ধে কোন সরাসরি পর্যবেক্ষণ সম্ভব ছিল না। Allouette-1 এবং 2, OGO-3 এই সব উপগ্রহে যে বেতার প্রাক-বহ্ন ছিল, তাতে সৌর বিক্ষোভের সময় 300 মি: পর্যন্ত দীর্ঘ তরঙ্গ বরা পড়েছে। ভূপৃষ্ঠের পর্যবেক্ষণের সঙ্গে সময় মিলিয়ে দেখা গেছে—এগুলি ক্রমতর তরঙ্গ বিকিরণকারী বিক্ষোভেরই ঘটনা।

বিদ্যুৎ-কণিকা পর্যবেক্ষণের ক্ষেত্রে—সূর্য থেকে আগত কম শক্তিসম্পন্ন প্রোটন প্রথম বরা পড়ে 1937-53 সালে বেলুনের সাহায্যে।

পরে বেলুন ও রকেটের সাহায্যে দ্রুত গতি-সম্পন্ন (আলোকের বেগের এক-তৃতীয়াংশ) অপেক্ষাকৃত ভারী কেম্পা—কার্বন, অক্সিজেন ও নিয়ন-এর সন্ধান পাওয়া গেছে। এদের পর্যাপ্ততা থেকে আলোকমণ্ডলে এদের উৎপত্তি বলে সিদ্ধান্ত করা হয়েছে। Explorer-4 হচ্ছে প্রথম কৃত্রিম উপগ্রহ, যাকে বিদ্যুৎ-কণিকার সন্ধানে কাজে লাগানো হয়। 1961 থেকে অব্যক্ত উপগ্রহ ও মহাপ্রকৃতিগামী যানগুলিই বিদ্যুৎ-কণিকার সন্ধান ও তাদের শক্তি নির্ধারণের ব্যাপারে অধিকতর গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা গ্রহণ করেছে। Explorer-12 এবং 14 সৌর কণিকার সন্ধানে সূর্যের উপর সর্বদা দৃষ্টি রেখেছে। Mariners-2 এবং 4-এর সাহায্যে অতি অল্প শক্তিসম্পন্ন প্রোটনও পর্যবেক্ষণ করা হচ্ছে। Pioneer-6 এবং 7 সূর্য থেকে আগত বিদ্যুৎ-কণিকা ও পৃথিবীর চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া পর্যবেক্ষণ করেছে। সৌর বিক্ষোভের সময় সৌর বেতার-তরঙ্গের সঙ্গে সৌর বিদ্যুৎ-কণিকার ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক থেকে মনে হয়, প্রোটনের সঙ্গে ইলেকট্রনও বিকিরণ প্রক্রিয়ার সঙ্গে যুক্ত। দ্রুত গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন সত্য সত্যই বরা পড়েছে Mariner-4 এবং IMP-3-তে।

পরিণেবে বলা যেতে পারে যে, বায়ুমণ্ডলের দ্বারা অতিক্রম করে বেলুন, রকেট ও উপগ্রহের সাহায্যে পর্যবেক্ষণ জ্যোতির্বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে এক নবযুগের সূচনা করেছে। এর গুরুত্ব গ্যানিলিওর সূর্যীকণ বহ্ন আবিষ্কারের সঙ্গে তুলনীয়। সৌর বিকিরণের পর্যবেক্ষণ বর্তমানে শুধু গবেষণাপাঠের বিজ্ঞানীর কাছেই গুরুত্বপূর্ণ নয়—প্রকৃতপক্ষে এর ব্যবহারিক গুরুত্ব ক্রমশঃই বৃদ্ধি পাচ্ছে। দূর-পাল্লার বেতার যোগাযোগের ক্ষেত্রে অপরিহার্য পৃথিবীর আয়নমণ্ডল সৌর রঞ্জন রশ্মি ও অতি-বেগবাহী রশ্মির উপর নির্ভরশীল। ফলে এসব রশ্মি সম্বন্ধে বিশদভাবে জানা একান্ত প্রয়োজন।



মহাকাশ ভ্রমণের ক্ষেত্রে জীবনের উপর দূর্ব্বের বিভিন্ন ভরস্র ও কদিকার প্রভাব কেনে নিতে হবে। বিমান-চালককে যেমন আবহাওয়া সম্বন্ধে সকল তথ্য সরবরাহ করা হয়, তেমনি মহাকাশ ভ্রমণকারী জাহাজের নাবিক মহাপুত্র সম্বন্ধে

সঠিক বিবরণ না কেনে জাহাজ চালাতে পারেন না। সারা পৃথিবীর যে সব বিজ্ঞানী ও কারিগরেরা এসব অত্যাশ্চর্য ব্যাপারকে সম্ভব করছেন, তাঁদের জানাই আমাদের আন্তরিক অভিনন্দন।

## চা-পান এবং ধমনী-কাঠিন্য

ডাঃ সন্তোষ কুমার বসু

ধমনী-কাঠিন্য রোগের সঙ্গে চা-পানের কি সম্পর্ক আছে—সে কথা ভেবে অনেক আশ্চর্য হবেন, বিশেষ করে চা-পানের অপকারিতার কথাই বরন আমাদের বেশী করে জানা আছে। কিন্তু পৃথিবীর বিভিন্ন জায়গায়, বিশেষ করে আমেরিকায় এই বিষয়ে বা কাজ হয়েছে তাতে জানা যায়, ধমনীর এই রকম অসুস্থ অবস্থার চা-পানের একটা বিশেষ ভূমিকা আছে এবং সে ভূমিকা উপকারিত্বের। ধমনী-কাঠিন্য রোগের প্রাথমিক অবস্থা—যাংয়ের চরিত্রাতীত পদার্থ যাত্রাতিরিক্ত ব্যবহারে ধমনীর ভিতরে রক্তের গতিপথকে সংকীর্ণ করে তোলে। তারই ফলে প্রথমে রক্তের কোলেস্টেরল বৃদ্ধি পায় এবং পরিণামে হয় রক্তরোগ।

গবেষণার পোড়ার দিকে দু-জন বিজ্ঞানী—পি. অ্যাকিমিরাঙ্কু ও জন ইয়ুডকিন যনে করেছিলেন যে, চা কিংবা কফির ক্যাফিন রক্তের কোলেস্টেরল বা টাইগ্লিডের পরিমাণে বাড়তে পারে না, যদিও ক্রি ক্যাফি অ্যালিড বেশ কিছুটা বেড়ে যায়। এর কারণ হিসাবে চা কিংবা কফির ভিত্তিকেই দায়ী করা হয়েছিল। কিন্তু সিট্রল ও তাঁর সহকর্মীরা 1966 সালে প্রমাণ করেন, রক্তের লিপিডের পরিমাণ ক্রি বেলে বড়টা বাড়ে, চা বেলে ঠিক ততটা বাড়ে না এবং চা এই পদার্থকে কিছুটা কমিয়ে দেয়। এর একটি

প্রমাণ হিসাবে চীনাড়ের কথা বলা হয়েছে— চা বাড়ের অবস্থ পানীর এবং বাড়ের ধমনী-কাঠিন্য রোগ ইউরোপিয়ান বা আমেরিকানদের তুলনায় অনেক কম। এমন কি, তথু চীনাড় নয়, দক্ষিণ আফ্রিকার বার্টু সম্প্রদায় এবং বহা আমেরিকায় নিমোরা এই একই কারণে ধমনী-কাঠিন্য রোগের শিকার হয় না। এই ব্যাপারে বিশেষ উল্লেখযোগ্য কাজ করেছেন ক্যালি-কোর্নিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ের উই ইয়ুদ এবং তাঁর সহকর্মীরা। একদল স্যাবিটকে তাঁরা তিন মাস অতিরিক্ত কোলেস্টেরলজাতীয় খাদ্য দিয়েছেন এবং পানীর হিসাবে দিয়েছেন ততুয়ার জল। এর ফলে এই প্রাণীগুলি সহজেই ধমনী-কাঠিন্য রোগের শিকার হয়ে পড়লো। কিন্তু পাশাপাশি আর একদল স্যাবিটকে এই একই রকম খাদ্য এবং পানীর হিসাবে ততুয়ার চা দিয়ে দেখা গেল, তাদের এই রোগ খুবই কম হয়েছে। এই সঙ্গে আরো দেখা গেছে যে, চায়ে বহ্যোকার বিটকাইলিন এবং বিটক্রোমিন জলের সঙ্গে মিশিয়ে পানীর হিসাবে ব্যবহার করলেও চা-পানী স্যাবিটদের বড় তাঁরা ধমনী-কাঠিন্য রোগকে এড়াতে পারে না। বোঝা গেল, বিটকাইলিন এবং বিটক্রোমিন ছাড়া চায়ে অন্য কোন পদার্থ ধমনীকে কাঠিন্যের হাত থেকে রক্ষা করে। জা-



হাড়া অল্প একদল স্যাবিটকে অতিরিক্ত কোলেস্টেরল জাতীয় খাদ্য এবং পানীর হিসাবে গ্রহণ তিন মাস অল্প ও তারপর দু-মাস চা নিয়ে দেখা গেছে, তাদের ঐ রোগ কম হয়। তবে উপরিউক্ত গবেষকেরা আনিরেছেন যে, একটা নির্দিষ্ট অবস্থা পেড়িয়ে গেলে চা-পান খাবারী-কাঠিভের উপর আর কোন প্রভাব বিস্তার করতে পারে না। আরও বজার কথা—চা-পানীদের জুলনার ককি-পানীয় এই রোগের শিকার হন বেশী। একদল ককিপানী (আমেরিকান) এবং একদল চা-পানীর

(চীনা) উপর আর চৌক বছর ধরে সর্বাঙ্গীভাৱে উক্ত গবেষকেরা দেখেছেন, জন্মকাল এবং বক্তিতের খাবারী-কাঠিভ ককিপানী আমেরিকানদের জুলনার চা-পানী চীনাধের মধ্যেই খুব কম দেখা যায়। সর্বাঙ্গীভাৱে আরও প্রমাণিত হয়েছে যে, চরিত্রাতীয় খাদ্যের সঙ্গে কিংবা অধ্যবসিত পরেই চা-পান কলকারক।

এই সম্বন্ধে আরো গবেষণা চলছে। আশা করা যায়, ভবিষ্যতে চাধের সম্বন্ধে আরও বহু তথ্য-জানা যাবে।

## কৃষি-সংবাদ

### সর্পগন্ধা

শুষ্ক ও ধূসর প্রকৃতির নিরস; তাই প্রথম প্রাণের উদ্বেগের সঙ্গে সঙ্গেই শুষ্ট হয়েছিল জরা, ব্যাবি, মৃত্যুর। এই জরা-ব্যাবি থেকে মৃত্তির আশার আদির মাহুত ছুটে বেড়িয়েছে বনে-জঙ্গলে, আবিষ্কার করেছে রোগনাশক অসংখ্য লতাগুল। তাই প্রাচীর গুল্লত সংহিতা ও আয়ুর্বেদে পাওয়া যায় রোগনাশক বহু লতা-গুলের উল্লেখ। সর্পগন্ধাও একতর একটি গুল্ম, যার অসীম কবতার বহুল উল্লেখ আছে আয়ুর্বেদশাস্ত্রে।

সর্পগন্ধার আবিষ্কারের ইতিহাস কোড়হলো-দীপক। সর্বপ্রথম এক সুইস বিজ্ঞানী এই গুল্মের শিকড়ে রিসারশিন নামক উপকারের (আলক্যালয়েড) সন্ধান পান। পরে ১৯৩১ সালে ডাঃ বহীমুদ্দিন সিদ্দিকী ও ডাঃ হাকিম হুসেন সিদ্দিকী এই দু-জন ভারতীয় বৈজ্ঞানিক এই গুল্মে ৫টি উপকারের সন্ধান পান, যার মূল্যবর্ণের দুটি উপকারের নাম যেন সারপেনেটিন ও সারপেনেটিনিন। কিন্তু প্রাচীর উপর এই উপ-

কারের প্রভাব সন্ধানের তখনও তেমন সন্ধান-জনক তথ্য পাওয়া যায় নি। এরপর গণনাথ সেন, কাকিকচন্দ্র বসু প্রমুখ বৈজ্ঞানিকেরা এই উপকার দুটি প্রাচীর রক্তচাপ প্রশমনে কার্যকরী বলে প্রমাণ করেন। পরে এদের আরও গুণ প্রকাশ পায়। এটি রক্তচাপ, উদ্ভাদরোগ এবং শিশুদের অনিদ্রা রোগের ওষুধ হিসাবে বিশেষ প্রসিদ্ধি লাভ করে এবং সর্পগন্ধাকে একটি অসাধারণ শক্তিসম্পন্ন ঔষধি গুল্ম বলে চিহ্নিত করা হয়। এর পর রামনাথ চোপারার তত্ত্বাবধানে কলকাতার ইন্সপিকাল জুল অব বেডিসিনে এই গুল্মটির উপর পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলে এবং গবেষণালব্ধ বহু তথ্য প্রচার করা হয়। অল্প দিনের মধ্যেই সর্পগন্ধার শিকড়-তুলসারশিন নামে বাজারে হাড়া হয়। ডাঃ কস্তা আল-তাকিল বহু রক্তচাপের রোগীর উপর এই গুল্মটির গুণাগুণ পরীক্ষা করেন এবং রক্তচাপের ব্যবতীয় ওষুধের মধ্যে এটি 'গ্রেট' বলে চিহ্নিত করেন। এই মূল্যবান গবেষণার জন্তে সম্রাতি ডাঃ তাকিলকে 'ডাউনগর' পুরস্কার দানে সম্মানিত করা হয়।



এই গুপ্তগত সর্বশ্রেষ্ঠ উপকার 'রেসারপিনে'র আবিষ্কারের কৃতিত্ব কিন্তু সিবা ওবুর কোম্পানীর সিল্কটার, বাণার ও বেইন-এর। প্রতি এক কিলোগ্রাম শারীরিক ওজনের জন্যে '01 বিঃ গ্র্যাম রেসারপিন একজন যোগীকে কয়েক ঘণ্টা নিশ্চল করে রাখতে পারে এবং রক্তচাপ নিয়ন্ত্রণ করতে সক্ষম বলে এঁরা প্রমাণ করেন। সিবা কোম্পানী 'সারপানিল' নামে এটি বাজারে ছাড়েন। আমেরিকার বাজারে এর নাম রাউডিকনির। এই উপকার বর্তমানে পৃথিবীর নানা দেশে নানা নামে প্রচলিত।

চিরসবুজ এই গুপ্তটি হিমালয়ের পাদদেশে, পশ্চিম বাংলা ও আসাম সীমান্তে, পূর্বঘাট ও পশ্চিমঘাট পর্বতাকলে এবং ছোটনাগপুর ও উড়িষ্যার নানা স্থানে জন্মায়। এপর্বত ঘোঁট 131 জাতের সর্পগছার সন্ধান পাওয়া গেছে, যার মধ্যে পাঁচটি ভারতে জন্মায়। এই গুপ্ত লম্বায় '9 মিটার পর্বত হয় এবং শিকড় গোড়ার দিকে প্রায় 15 সেঃ মিঃ পর্বত খুল হতে পারে। এই শিকড়ে উপকারের মাত্রা 0'8 থেকে 0'3 শতাংশ। শিকড়ের ছালের অংশে এই মাত্রা অনেক বেশী প্রায় 8 গুণ।

মিঃ ভরদ্বাজের তত্ত্বাবধানে ভারতীয় কৃষি অঙ্গসন্ধান সংস্থার এবং পশ্চিম বাংলার সিল্কোনা কেন্দ্রের দীর্ঘের দিকে 4-5টি বিদেশী জাতের সর্পগছার চাষ এবং এর জন্যে উপযুক্ত মাটি, জলবায়ু প্রভৃতির উপর পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলছে। এই পরীক্ষার ফলে যে সব তথ্য জানা গেছে, তা হলো এই যে, সর্পগছা 4'0-6'3 পর্বত পি-এইচ, প্রচুর জৈব সার, হিউমাসযুক্ত এঁটেল বেলমাটিতে ভাল জন্মায়। এই সব জমিতে প্রাপ্য কস্করাস ও পটাশের ভাগ বৎসরবে 21'6 থেকে 54'4 পাউণ্ড এবং 90 থেকে 920 পাঃ পর্বত থাকে। এটি উক, উপউক অকলে, যেখানে ছুন থেকে সেক্টের পর্বত প্রচুর কৃষ্টিপাত

হয় ও 50' কাঃ থেকে 100' কাঃ তাপমাত্রায় জন্মাতে দেখা যায়।

এই গুপ্তটির গুণ এবং চাষ-আরোহণ সবচেয়ে অল্প না হয়েও ব্যবসায়িক উদ্দেশ্যে এর চাষ সবচেয়ে চাষীরা এখনও উৎসাহী নন এবং সরকারীভাবেও একদিন পর্বত এসবচেয়ে কোন বিশেষ পরিকল্পনা গৃহীত হয় নি। অথচ এটির চাষে লাভের অল্প অল্প যে কোন কসদের সম্ভব হতে পারে। ভারতে এর প্রতি কে. বি. শিকড়ের মূল্য 12-15 টাকা। তাছাড়া বিদেশী বাজারেও এর প্রচুর চাহিদা আছে এবং রপ্তানীর দ্বারা প্রচুর বিদেশী মুদ্রা আয়দানীর সুযোগ রয়েছে। উপযুক্ত চাষের অভাবে ভারত থেকে এর রপ্তানীর পরিমাণ দিন দিন হ্রাস পাচ্ছে এবং অভাব দেশ সে জায়গা অধিকার করে নিচ্ছে। অপরিমিত সংগ্রহের কারণে এর সংখ্যাও দিনে দিনে হ্রাস পাচ্ছে, যার ফলে এটি সংগ্রহের ব্যাপারে অধুনা অনেক বিধিনিষেধ জারী করা হয়েছে।

সর্পগছার চাষ—নানা প্রকার মাটি এবং আবহাওয়াতেই সর্পগছা জন্মায়। এর চাষের জন্যে গভীরভাবে লাদল দিয়ে জমি বেশ মিহি করে তৈরি করে নিতে হয়। জমিতে প্রচুর গোবর সার ও পাতা সার মিশিয়ে দিতে হবে। এক হেক্টর জমির জন্যে 4-5 কে. বি. বীজের প্রয়োজন হয়। ভালো বীজে ভালো সাহ হয়। প্রথমে বীজ 24 ঘণ্টা জলে ভিজিয়ে রাখতে হয়। জলে ডেপে-কর্টা বীজ কেন্দ্রে দিতে হয় এবং পরে বীজ 24 ঘণ্টা সমর ছায়ায় শুকিয়ে নিয়ে বাজার উপরের শক্ত খোঁসা কেটে গেলে এগ্রিল থেকে যে মাদের বাতাবাতি পর্বত 30 সেঃ মিঃ দূরে দূরে লাগিয়ে দিতে হয়। বীজ লাগাবার পর বীজতলা অববরত তিজা খাকি চুরকার। বীজতলা অংশত ছায়ায় হলে অল্পরোপন ভাল হবে। বীজ অল্পরিত হতে



এর ডিম সত্তা হ'লো, আবার কখনও আট সত্তা পর্বত দেখা হতেও দেখা গেছে। চারা ২০ সে: মি: এর বড় লম্বা হলে (এর ছয় বাস পর) নেড়ে লাগাবার উপযুক্ত হয়। বীজ ছাড়া শিকড়, শিকড় ভাল অথবা ভালকলমও লাগানো চলে। ২০ সে: মি: লম্বা ভাল জুন-জুলাই মাসে লাগালে ৪০ শতাংশ ক্ষেত্রে অঙ্কুরোদগম হয়। আই. বি. এ. (ইন্ডোল অ্যাসেটিক অ্যানিড), এন. বি. এ. (বেনজেনিন অ্যাসেটিক অ্যানিড) প্রভৃতি হরমোন প্রয়োগে অঙ্কুরোদগম আরো ভাল হয়। তবে বীজ থেকে উৎপন্ন গাছে শিকড়ের অংশ বেশী হয় বলে দেখা গেছে।

সর্পগছা এর দু-বাস সময় জমিতে থাকে। জমিতে ছেঁটর প্রতি ১০ টন বাহারের সাথে প্রাথমিক লাকল দেবার সময় ভালভাবে মিশিয়ে দিতে হয়। তাছাড়া ৪৫ কে.জি. কস্টকেট, ২৫ কে.জি. পটাস এবং ১২ কে.জি. নাইট্রোজেন জমিতে প্রয়োগ করতে হবে। এর পর বীজতলা থেকে চারা ৬০×৬০ সে: মি: দূরত্বে লাগালে এর বাকি অল্প কালের মিজচাও করা চলবে। আর মিজচাও না করলে ৩৫×৪৫ সে: মি: দূরত্বে চারা লাগালেই চলবে। সেচ প্রয়োজনবশত গরমকালে সত্তা হ'লে এক দিন এবং বছরে পাঁচ সাত বার মধ্যবর্তীকালীন চাষ ও পরিচর্যা করলেই চলবে। ছেঁটরে প্রতিবার ১০ কে. জি হিসাবে দু-বার, একবার অক্টোবর মাসে এবং আরেকবার মার্চ মাসে নাইট্রোজেন সার চাপান দিতে হবে। শীতের প্রারম্ভে গাছ ছুঁলে এর শিকড় রোগে ততক্ষণ পর্বত শুকাতে হয় বতকশ পর্বত জলীয় অংশ ৪-১২ শতাংশে বা ঠাঁড়ায়।

ভারতীয় কৃষি অঙ্কুরোদগম পরিষদের মি: গাছ জুবনেথরে পরীক্ষা করে দেখেছেন যে, ছুট্টা, কোয়ার, রাশি বা ভট্টিভাড়ীর কলমের সঙ্গে মিজচাও সর্পগছার শিকড়ের উপপানন কম হয়। লতাভাড়ীর কলম বেধন বকে বা মিটি আলু

চাষও এর সঙ্গে করা ঠিক নয়, কারণ এদের লতাপাতা বেড়ে গিয়ে সর্পগছা গাছকে আবৃত করে কেনতে পারে, তবে ওলকপি, বেগুন প্রভৃতির মিজচাও সর্পগছার সঙ্গে করা চলবে।

১৫ বাস থেকে ডিম বছর পর্বত বিভিন্ন বয়সের গাছে উপকারের পরিমাণের সানাত ভারতম্য দেখা গেছে। ১৫ বাস বয়সের গাছের উপকার ওষুধ তৈরির কাজে অনায়াসে লাগানো চলে। মি: শাহ ১ বছর বয়সের গাছ থেকে ৪২৪ কে. জি (টাইকা) পর্বত শিকড় পেয়েছেন। তবে দু-বছরের গাছ থেকে ছেঁটর প্রতি ৪০০ থেকে ১,০০০ কে. জি পর্বত হাতয়ার শুক শিকড় পাওয়া যেতে পারে।

এতদিন পর্বত সর্পগছা এবং অভ্যন্তর ভূমির চাষ সম্বন্ধে বেশ উদ্যোগী থাকলেও অধুনা ঔষধিক লতাগুল চাষের পরিকল্পনার ইচ্ছার, হলদেচানী, জাম্বু প্রভৃতি স্থানে ছোট ছোট একরে সর্পগছার চাষ ও অভ্যন্তর নানা বিধে গবেষণার কাজ শুরু করা হয়েছে। তাছাড়া দেগাছন, লক্ষৌ, জুবনেথর, অক্ষলপুর, মহীশূর ও আমনগরেও এর সঙ্গে ছোট ছোট একর গ্রহণ করা হয়েছে। সরকার পক্ষের এই উদ্যোগ অনতিবিলম্বে চানীদের মধ্যেও ঔষধি লতাগুল চাষের প্রেরণা সৃষ্টি করবে বলে আশা করা যায়।

[ভারতীয় কৃষি অঙ্কুরোদগম পরিষদ, কৃষি ভবন, নতুন দিল্লী]

### ব্যাঙের ছাড়া

বর্ষার পর রোগহীন স্যাঁতপেঁতে জারগার যে কোন বৃহৎ জৈব বস্তুর উপর হঠাৎ গজিয়ে ওঠে 'হুইকোড়' ছাড়কের দল। চলিত কথার একটিকে আমরা ব্যাঙের ছাড়া বললেও আসলে কিন্তু ব্যাঙের সঙ্গে এদের কোন সম্পর্কই নেই। বোধ হয় বর্ষাকালে ব্যাঙের উপস্থিতি ও ছোট



হোটেল ভাঁটির উপর পোল হাতার আকারের বাধা নিয়ে গজিয়ে ওঠা দুইকোণ হুত্রাক—এই দুইয়ের বিশেষ একের এমন মজার ব্যবহার হয়ে থাকবে। বাহ্যিক ব্যাঙের হাতা আসলে এক ধরনের হুত্রাকশ্রেণীর উদ্ভিদ। হুত্রাক-বিজ্ঞানে (মাইকোলজি) প্রায় ১০০,০০০ প্রজাতির হুত্রাকের কথা বলা হয়েছে। তা হাতা আরও অসংখ্য প্রজাতির হুত্রাক আছে বলে মনে করা হয়। বদ চোলাই বা গাঁজানোর কাজে ব্যবহৃত ঝেঁ, গুব ও অস্তান্ত কলম আক্রমণকারী ঘরিতা (রাইট) ও মিলডিউ, ফট বা অস্ত বাতবস্ত নষ্টকারী মোল্ড এবং মোদহীন জায়গার নানা দ্রুত জৈব বস্তুর উপর গজানো মাশকুম বা ব্যাঙের হাতা—এই সবগুলি হুত্রাক বা কাণাই শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত। মাশকুম বা ব্যাঙের হাতা ক্ষয়কর্মের হয়। একটি বিষাক্ত, অস্তটি বাতবোণী। বিষাক্ত ব্যাঙের হাতা সাধারণত: জালতির মত এবং ভঙ্গুর হয়ে থাকে। সাঁদা, কোমল ও অপেক্ষাকৃত নক্ত বিশিষ্ট আঁশ ব্যাঙের হাতা খাত হিসাবে ব্যবহার করা চলে। সাধারণ লোকের পক্ষে বিষাক্ত ও তোকা ব্যাঙের হাতার তকাৎ বহু অনেক সময়ই শক্ত হয়ে পড়ে। কাজেই খাতরূপে নির্ধাচন করবার আগে বেশ সতর্ক হওয়া দরকার।

খাবার বোণ্য মাশকুম বা ব্যাঙের হাতার খাতবুল্য খুব বেশী। এতে প্রচুর পরিমাণে উরত-মালের প্রোটিন, নানা ধরনের বনিক লবণ এবং ভিটামিন বি, সি ও ডি আছে। অস্তান্ত খাতবুল্য হজম করতেও ব্যাঙের হাতা সাহায্য করে। নিয়ামিন, প্যানটোটিক অ্যাসিড প্রভৃতি বি-কমপ্লেক্স জাতীয় ভিটামিন এতে বখেট পরিমাণে পাওয়া যায়। তা হাতা হাড় ও হাঁত বজবুত করা ও দৃষ্টিশক্তি ভাল রাখবার জন্তে প্রয়োজনীয় ক্যালসিয়াম, কলফরাস, পটাসিয়াম প্রভৃতি বনিক লবণ এবং রক্তাক্রমতা হ্রাস করার জন্তে একান্ত

প্রয়োজনীয় কোলিক অ্যাসিড এতে বেশ ভাল মাত্রায় আছে। বেতনার বা কার্চিকাজীৱ পদার্থ না খাওয়ার বহুদূর রোগীদের পক্ষে এটি আদর্শ খাত। প্রচুর পরিমাণে প্রোটিন, বনিক লবণ ও ভিটামিনে সমৃদ্ধ এই ব্যাঙের হাতার বেহ ও শর্করাজাতীয় উপাদান খুবই কম থাকবার জন্তে হাঁরা সাস্থ্য বজায় রেখে ওজন কমাতে চান তাঁদের পক্ষে এটি বিশেষ উপযোগী।

ব্যাঙের হাতা সুস্বাদুও বটে। এগুলি বিভিন্ন তরিতরকারী, পোলাও, পকোড়া ও আচারে মিশিয়ে খাওয়া যেতে পারে।

আমেরিকা, জাপান ও ইউরোপের বেশগুলিতে ব্যাঙের হাতার জনপ্রিয়তা ও চাহিদা খুব বেশী। সেখানে ব্যাপকভাবে এর চাব করা হয়। আমাদের দেশে এটি বহুল প্রচলিত নয়। উৎপাদন কম হবার কলে দামও খুব বেশী। এতদিন পর্যন্ত এটি খনির খাবার টেবিলেই দান পেয়েছে। তবে কিছু দিন আগে সোলানে দেশের বিভিন্ন অংশের কৃষিবিদদের একটি সম্মেলনে এই পুষ্টিগুণ সমৃদ্ধ খাতটি সব জন্মের বাছবের কাছেই সুলভ করে তোলবার জন্তে আরও ব্যাপকভাবে তোক্য ব্যাঙের হাতার চাব করবার উপর জোর দেওয়া হয়েছে।

আমাদের দেশে হিমালয় প্রদেশের আবহাওয়া ব্যাপকভাবে ব্যাঙের হাতা চাবের পক্ষে বিশেষ উপযোগী। এখানে সরকার শীতাতপ নিয়ন্ত্রিত একটি বিরাট মাশকুম হাউস বা ব্যাঙের হাতা উৎপাদনের কেন্দ্র বোলবার পরিকল্পনা নিয়েছেন। এখানে আরও ব্যাপকভাবে হাতা উৎপাদনের চেষ্টা করা হবে। এছাড়া উৎপাদনের বিশেষ কৌশল ও পদ্ধতি সম্বন্ধে প্রশিক্ষণের ব্যবস্থাও করা হবে। সোলানে ব্যাঙের হাতা উৎপাদনের বে গবেষণাগারটি আছে, সেটিকেও আরও আধুনিক ও বিজ্ঞানসম্মত করে তোলবার চেষ্টা করা হচ্ছে। সোলানের গরীকানারে দেখা গেছে



বে, কিলোগ্রাম প্রতি ব্যাঙের হাতার উৎপাদনের বরচ বর্তমানে বেশ বেশী পড়ে। তবে আরও ব্যাপকভাবে চাব করা হলে এই উৎপাদনের বরচ কমবে বলে আশা করা যায়।

বাড়ীর মধ্যে কাঠের বাঁকোশে কল্মাট তক্তা করে সহজেই ব্যাঙের হাতা জমালো বেতে পারে। একলি অভ্যস্ত কোবল বরপের উদ্ভিদ এবং ঘোবের আলো একেবারেই সহ করতে পারে না। আবার তুমোটি বাতানহীন ও শীতলগেতে পরিবেশেও এরা ভালভাবে জমায় না। হাতা রাখা ঘরে বখেট বাহু চলাচলের ব্যবস্থা করে সেগুলি পর্দা বা চট দিয়ে ঢেকে দেওয়া ভাল। শুকনো শুকুতে সেই পর্দাগুলি ভিজিয়ে দিয়ে ঘর আর্দ্র রাখতে হবে। ফ্লা-বালি ও বাহি ঘের কোন রকমেই ঘরে ঢুকতে না পারে। গবের খড় ও ভূবি, অ্যামোনিয়াম সালাফেট, সুপার ফসফেট, ইউরিয়া ও ক্লোর উপযুক্ত মাঝার নিমিয়ে ভাল কল্মাট তৈরি

করা বেতে পারে। ব্যাঙের হাতা পজাবার সময় ঘরের তাপমাত্রা ৭০°-৭৫° ডিগ্রী কাঃ হওয়া বরকার এবং কোন সময়েই বাতে এই তাপমান ৬৫° ডিগ্রী কাঃ-এর নীচে না নায়ে সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে। যদি ঠিকমত বর বেতরা যায় ও পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন রাখা যায়, তাহলে সাধারণতঃ ব্যাঙের হাতার কোন রোগ ও পোকায় উপদ্রব হয় না।

ব্যাঙের হাতার চাব হিমাচল এদেশে এখন কমপঃ ব্যাপক ও জনপ্রিয় হচ্ছে এবং ব্যবসায়িক ভিত্তিতে উৎপাদন, সংরক্ষণ ও বিক্রয়ের চেষ্টা চলছে। জনসাধারণের কাছে বাসা পুষ্টিগুণ সম্পন্ন এই বাতবজটিকে আরও পরিচিত ও জনপ্রিয় করে তুলতে পারলে দেশের অভ্যন্তর অঞ্চলেও এর চাবের পরিধি বিস্তৃত হবে।

[ভারতীয় কবি অঙ্গদান পরিবল, কবি ভবন, নতুন দিল্লী]

“অধিক বিনয়কর কাহাকে বলিব? বিশ্বের অসীমতা, কিংবা এই সসীম ক্ষুদ্র বিন্দুতে অসীম ব্যরণা করিবার প্রয়াস—কোনটা অধিক বিনয়কর?

পূর্বে বলিয়াছি, এ জগতের আরম্ভও নাই, শেষও নাই। এখন দেবিতোষি, এ জগতে ক্ষুদ্রও নাই, বৃহৎও নাই।

জীবনের চরমোৎকর্ষ মানব। একথা সর্ব সময়ের অত্যন্ত ঠিক নয়। যে শক্তি আদিম জীববিন্দুকে বহুতে উন্নীত করিয়াছে, বাহার উল্লেখ্যে নিরাকার মহাপুত্র হইতে এই বহুস্তপী জগৎ ও তৎসং বিনয়কর জীবন উৎপন্ন হইয়াছে, আদিতে সেই মহাপুত্রি সমভাবে প্রবাহিত হইতেছে। উদ্ধাতিমুখেই নষ্টের গতি; আর সমুখে অতীত কাল এবং অনন্ত উন্নতি প্রসারিত।” (১৮৯৫)

আচার্য জগদীশচন্দ্র



# প্রাণিবিজ্ঞান শ্রেণিবিভাগ নীতি প্রসঙ্গে

## ঐতিহাসিক বিবরণ

### ভূমিকা

পৃথিবীর চারদিকে হড়িয়ে রয়েছে নানা রকমের জড় ও জীব। তাই বলা যায়, বৈচিত্র্যই পৃথিবীর প্রধান বৈশিষ্ট্য। এক বা একাধিক বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে জড়কে জীব থেকে অন্যরাসে পৃথক করা যায়। অল্পকালব্যয়ে যে কোন কিছুকেই অল্প একটা থেকে আলাদা করা সম্ভব। যেমন—পতঙ্গ বই, লেবার সাবস্ট্রী, বাবার জিনিব প্রভৃতি। এদের প্রত্যেককে আবার বিশেষ কারণে একাধিক ভাগে ভাগ করা সম্ভব। উদাহরণস্বরূপ পাঠাগারে বই সাজানো থাকে বিজ্ঞান, বর্ণন, সাহিত্য প্রভৃতি ভাগে। বিজ্ঞানকে আবার রসায়ন-বিজ্ঞান, পদার্থ-বিজ্ঞান, ভূ-বিজ্ঞান, প্রাণী-বিজ্ঞান প্রভৃতি ভাগে বিভক্ত করা হয়। শ্রেণিবিভাগ করার এই প্রকৃতি মানুষের সহজাত। আদিম কাল থেকেই মানুষ শক্ত-বিল, খাদ্যপাত প্রভৃতি বিচার করে চলেছে। সনাক্তকরণের উদ্দেশ্যে নিজস্বের ইচ্ছামত নামও দিয়েছে। এই প্রচেষ্টা থেকে প্রাণীরাও বাঁচ যায় নি। তবে সাধারণ লোকে যেভাবে প্রাণীদের শ্রেণিবিভাগ ও নামকরণ করেন, তা থেকে প্রাণিবিদ্যের প্রথা অনেক ভাঙে। প্রাণীদের শ্রেণিবিভাগ ও নামকরণ-বিধি নিয়ে আধুনিক প্রাণিবিজ্ঞান গড়ে উঠেছে এক উপবিজ্ঞান অর্থাৎ শ্রেণিবিভাগ বিজ্ঞান (Taxonomy অথবা Systematics)<sup>1</sup>।

### শ্রেণিবিভাগের ইতিহাস

প্রাণীদের শ্রেণিবিভাগ ও নামকরণ প্রথা

1. কোন কোন বিজ্ঞানী Taxonomy ও Systematics কথা দুটির ভিন্ন অর্থ করলেও সাধারণভাবে এদের এক অর্থে ব্যবহার করা হয়।

বিজ্ঞানীরাহলে অনেক দিন বাবৎ প্রচলিত। যদিও অনেক বিধান করেন, প্রাচীন ভারতীয় কবিদের এই বিষয়ে কিছু অবদান নেই। কিন্তু প্রাচীন যুগের কয়েকজন কবি এই বিষয়ে পারদর্শিতা দেখিয়েছেন<sup>২</sup>। বৈদিক সাহিত্যে শ্রেণিবিভাগে প্রয়োজনীয় কতকগুলি শব্দ পাওয়া যায়। তাছাড়া চরক প্রাণীদের দৈহিক আকৃতিভিত্তিক, স্বভাবভিত্তিক ও জননভিত্তিক শ্রেণিবিভাগ করেন। সুশ্রুতও চরকের বক্ত বিজ্ঞিতভাবে প্রাণীদের শ্রেণিবিভাগ করেন। এঁরা ছাড়া প্রভপদ, পাতঞ্জল, লাঘারন, দালতা, উদাখাতী, হংসদেব প্রভৃতি কবিগণ নামান্তরে শ্রেণিবিভাগ করেন। উদাখাতী প্রাণিকুলকে এখনে ইন্দ্রিয় সংখ্যাভিত্তিক চার ভাগ করেন। তিনি চতুর্ভ ভাগে যেকোনো কুলকে জন্মভিত্তিক অণুজ, জগাহু ও গৌতম—এই কয় ভাগে বিভক্ত করেন। লাঘারন পক্ষে শ্রেণিবিভাগের সময় নিরনিবৃত্ত বৈশিষ্ট্যগুলিকে চিহ্ন করতেন।

(ক) গায়ের রং, (খ) ডানা, (গ) ডানার আকৃতি, (ঘ) পা, (ঙ) মূখ ও ত্বকসংলগ্ন অঙ্গ, (চ) নখর, (ছ) দোষ, (জ) দেহের পিছনে অবস্থিত হুল, (ঝ) পৃষ্ঠ কণ্ঠক উৎপাদিত শব্দ, (ঞ) আকার, (ট) দৈহিক গঠন, (ঠ) জননেন্দ্রিয়, (ড) বিষ ও অস্ত্রের পরীয়ে তার প্রতিক্রিয়া।

পাক্ষাত্য পণ্ডিতদের মধ্যে অ্যারিস্টটলকে

\* ভারতের প্রাণিদর্শী, পৃষ্ঠা ১৬

\*\* J. L. Bhaduri, K. K. Tiwari & B. Biswas (1972) Zoology: (Concise history of sciences in India), Indian National Science Academy.



প্রাণিবিজ্ঞান জন্মক বলা হয়। প্রাণীদের প্রাণি-  
বিভাগ পদ্ধতিতে তাঁরও অবদান আছে। তবে  
তিনি প্রাণিকুলকে কৌলম্বন ভাগ করে দেখান  
নি। তাঁর রচনার মধ্যে প্রাণীদের সম্পর্কে যে সকল  
কথা পাওয়া যায়, তার দ্বারা প্রাণিকুলকে নিম্ন-  
লিখিত ভাবে ভাগ করা যায়—(ক) এনাইমা (Ena-  
ima)—লাল রক্তযুক্ত বেকরভী প্রাণী : (1) চতুর্ভুজী  
মরাহু, (2) অকুল (পানী, সরীসৃপ, উভয় ও  
বন্য), (খ) অ্যানাইমা (Anaima) : অবেকরভী  
প্রাণী। ডিম ও অকুল প্রকার জন্ত পদ্ধতিতে ভিত্তি  
করে অ্যানাইমাকে নিম্নলিখিত ভাবে ভাগ করা  
হয় : (1) সেকালোপোডা : অক্টোপাস, (2) কবচী  
বা ক্রাস্টেসিয়া : চিংড়ি, (3) পতঙ্গ ও যাকড়না, (4)  
কবোজ বা মলোডা : পথ, বিহু, (5) একাইনো-  
ডার্মাটা : স্টারফিশ, (6) স্পঞ্জ ও একনালী প্রাণী।

প্লিনি (Pliny) অ্যারিস্টটলের মতকে অগ্রাহ্য  
করে প্রাণীদের বাসস্থান অনুযায়ী, (1) স্থলচর,  
(2) জলচর ও (3) যেচর—এই তিন ভাগে বিভক্ত  
করেন। তবে পান্ডিত্য পণ্ডিতেরা অ্যারিস্টটলের  
মতকেই স্বর্গন করতেন। অ্যারিস্টটলের পর জন  
রে (John Ray, 1627-1705) কৃত প্রাণিবিভাগ  
বিশেষভাবে বিখ্যাত। এঁদের পর লুইভেনের  
কারোলাস লিনিয়াসের (Carolus Linnaeus,  
1707-1778) নাম করা যায়। লিনিয়াস জন রে  
অনুসৃত পদ্ধতির দ্বারা প্রভাবান্বিত হয়েছিলেন।  
তিনি (1758) প্রাণিকুলকে (1) উভগামী, (2)  
পানী, (3) উভয় (উভয় ও সরীসৃপ), (4) মাছ,  
(5) পতঙ্গ এবং (6) অজ্ঞাত অবেকরভী প্রাণী—এই  
ছয় ভাগে বিভক্ত করেন। লিনিয়াসের প্রাণি-  
বিভাগে বেকরভী প্রাণীর পেয়েছে বেশী। লামার্ক  
(J. B. M. Lamarck, 1744-1822) প্রাণি-  
কুলকে প্রথমে (1) বেকরভী ও (2) অবেকরভী—  
এই দুই ভাগে বিভক্ত করেন। পরে বেকরভীকে  
চার ভাগে ও অবেকরভীকে নয় ভাগে বিভক্ত  
করেন। বসিও অ্যারিস্টটল বিবাস করতেন যে,

জটিলতার ভিত্তিতে প্রাণিকুলকে বিভিন্ন ধাপে  
সাজানো আছে, কিন্তু লামার্কই পান্ডিত্য পণ্ডিতদের  
মতো এখন জেনেটিক্সের সঙ্গে ক্রমবিকাশের  
সম্পর্ক স্থাপন করেন। কুভিয়ার (G. Cuvier,  
1769-1832) লামার্কের অভিব্যক্তিবাদ বিবাস  
করতেন না। তিনি প্রাণিকুলকে চার ভাগে বিভক্ত  
করেন। চার্লস ডারউইন ও (C. Darwin, 1809-  
1882) জেনেটিক্সের সঙ্গে ক্রমবিকাশের সম্পর্ক  
স্থাপনের চেষ্টা করেন। এঁরা ব্যতীত বহু বিজ্ঞানী  
প্রাণিকুলকে ও প্রাণিকুলের বিভিন্ন প্রাণিকুলকে  
নানা ভাবে বিভক্ত করেছেন।

ঐক্য বর্ণনিকদের মূল থেকে আরম্ভ করে  
বিংশ শতাব্দীর প্রথম ভাগ পর্যন্ত বিজ্ঞানীরা  
একটা অথবা কয়েকটা প্রাণীর বৈদিক গঠনের  
বৈশিষ্ট্যকে ভিত্তি করে (অজ্ঞাত বৈশিষ্ট্য ও তাৎপর্য  
নানা রকম পরিবর্তনকে বিশেষ গুরুত্ব না দিয়ে)  
প্রজাতি নির্ণয় করতেন। উক্ত মতানুযায়ী  
প্রজাতি নির্ণয়ে প্রাণীর ভৌগোলিক বিকৃতি ও  
বর্তমানের জন্তে যে পরিবর্তন দেখা যায়, তা বিশেষ  
গুরুত্ব পায় নি। কিন্তু প্রাণিবিজ্ঞান অজ্ঞাত শাখার  
প্রগতির সঙ্গে সঙ্গে প্রজাতি নির্ণয়ের চিন্তাবার  
পরিবর্তিত হয় এবং বর্তমান মূল প্রাণীর মধ্যে  
বহু প্রকার পরিবর্তন সম্ভব (বৈদিক, চারিত্রিক,  
শারীরতাত্ত্বিক প্রভৃতি) তাৎপর্য সন্ধানকেই গ্রহণ  
করে প্রজাতি ও তার উপপ্রজাতি (Sub-  
species) নির্ণয় করা হয়। আধুনিক কালে  
কয়েকজন বিজ্ঞানী বহু বিতর্কিত 'সাংখ্যিক  
প্রাণিবিভাগ পদ্ধতি'র (Numerical taxonomy)  
কথা বলছেন।<sup>১</sup> এই পদ্ধতি অনুযায়ী প্রাণীর সমস্ত

2. এঁদের চিন্তাবারার সঙ্গে লিনিয়াসের সব-  
সাময়িক উদ্ভিদ-বিজ্ঞানী অ্যাডামসনের (M. Adan-  
son, 1727-1806) চিন্তাবারার মিল আছে।  
সিম্পসনের (G.G. Simpson) মতে, অ্যাডামসনের  
প্রাণিবিভাগ পদ্ধতি লিনিয়াসের পদ্ধতি অপেক্ষা  
অনেক সুকলমেত হলেও সাংখ্যিক প্রাণিবিভাগ  
পদ্ধতির সূত্রকবীর মতের অনেক দৃষ্টি আছে।



বৈশিষ্ট্যকে সন্ধান উদ্ধৃতি দান করে, কখনওকিছু চরিত্রটি বৈশিষ্ট্যকে গ্রহণ করে রাশি-বিজ্ঞানের সাহায্যে দেখা উচিত পরীক্ষারী প্রাণীটির মধ্যে পূর্বে আবিষ্কৃত কোন প্রাণিকুলের বৈশিষ্ট্য অধিক সংখ্যায় রয়েছে। যে প্রাণিকুলের বৈশিষ্ট্য বেশী সংখ্যায় থাকবে, প্রাণীটি সেই প্রাণিকুলের অন্তর্ভুক্ত হবে; অর্থাৎ প্রাণীদের সাধারণ বৈশিষ্ট্যের সংখ্যার হারের উপর ভিত্তি করে প্রাণীর জেনিবিভাগপত্র স্থান নির্ণয় করতে হবে। তবে এই জেনিবিভাগ পদ্ধতিতে প্রজাতির পূর্ব ইতিহাসকে (অতি-ব্যক্তিগত) উপেক্ষা করা হয়। কয়েকজন বিজ্ঞানী জীবনসারণের সাহায্যে জেনিবিভাগের কথা বলেছেন। আমাডন (D. Amadon) স্বরকাল আগে (1970) প্রজাতি নির্ণয়ে বিভিন্ন জেনিবিভাগ পদ্ধতির সুবিধা ও অসুবিধা সম্পর্কে বিশেষ আলোচনা করেছেন।

### জেনিবিভাগের উদ্দেশ্য

পৃথিবীতে প্রজাপতির সংখ্যা? অগণিত। কিন্তু বিজ্ঞানীরা আবিষ্কার করেছেন একটি অংশমাত্র। প্রতি বছরই কয়েক 'ন' নতুন প্রজাতির আবিষ্কার হচ্ছে।<sup>৩</sup> বেবন—লিনীয়াস 1758 খ্রীস্টাব্দে 'সিস্টেমা ন্যাচারী' (Systema Naturae) গ্রন্থে 4235টি প্রজাতির বিবরণ দেন। 1859 খ্রীস্টাব্দে আগাসিজ (L. Agassiz) ও ব্রন (Bronn) প্রজাতির সংখ্যা দেন 1,23,370; মায়ার (E. Mayr, 1953) 39টি প্রাণিকুলের জীবিত প্রজাতির সংখ্যা দেন 1,120,310 এবং সিমোন (W. Siemon) ও ক্যাম্পবেল (A. Campbell) 1934 খ্রীস্টাব্দে 13টি প্রাণিকুলের জীবিত ও নিলীকৃত (Fossilised) প্রজাতির সংখ্যা দেন 10,22,250।

3. প্রজাতি ও প্রাণীর অর্থ এক নয়। একটা প্রজাতির অন্তর্গত একাধিক প্রাণী থাকে।

4. পানী ও শুষ্কপানী কুলের নতুন প্রজাতি এখন পূর্ব কয় আবিষ্কার হয়।

অতএব বৃদ্ধতার সঙ্গে বলা যায়, প্রাণিকুল সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করতে হলে প্রতিটি প্রাণিকে পৃথক পৃথকভাবে পর্যবেক্ষণ করা কার্যো নীতিত জীবনকালে সম্ভব নয়। কিন্তু বৈজ্ঞিক, শারীর-তাত্ত্বিক, চারিত্রিক প্রকৃতি ও অভ্যাস বৈশিষ্ট্যের সাহায্য ও বৈশিষ্ট্যকে ভিত্তি করে প্রাণীদের জেনি-বিভাগ করলে প্রাণিকুল সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করা সহজতর হয়ে যায়। কারণ একটা প্রজাতির অন্তর্গত কয়েকটা প্রাণিকে পর্যবেক্ষণ করলে উক্ত প্রজাতির অন্তর্গত সকল প্রাণীকেই যথোচিতভাবে জানা হয়ে যায়। উদাহরণস্বরূপ একজন সাধারণ ব্যক্তি যখন কোন প্রাণীর নাম করতে গিয়ে 'বাঘ' বলেন, তখন বাঘের আকৃতি ও স্বভাব চরিত্র সম্পর্কে সাধারণ চিন্তা করে বলেন। কিন্তু যখন কোন প্রাণিবিজ্ঞানী বৈজ্ঞানিক আলোচনার 'বাঘ' বলেন তখন তিনি বাঘের সঙ্গে অন্ত প্রাণীর, বিশেষতঃ শুষ্কপানী প্রাণীর সাহায্য ও বৈশিষ্ট্যকে চিন্তা করে বলেন। অতএব প্রাণিকুল সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করতে হলে প্রাণিবিজ্ঞান সকল শাখার সাহায্যে বুদ্ধি-তর্কের মাধ্যমে অতিব্যক্তি অস্বাভাবী বিভিন্ন প্রাণীর আভির্ভাব নির্ধারণ ও তার সাহায্যে জেনিবিভাগই একমাত্র উপায়।

### ট্যাক্সন কি

সাধারণতঃ কোন কিছুকে ইক্সা ইক্সা করে ডাকলে প্রত্যেকটা অংশকে একটা জ্ঞান বলা হয়। প্রাণীদের আভির্ভাব বর্ণিতভাবে ভিত্তি করে প্রাণিকুলকে বর্ণন করে কয়েকটা ভাগে বিভক্ত করা হয়, তখন প্রত্যেক ভাগকে বলে ট্যাক্সন (Taxon)। ফ্রেনোলেও এই রকম ভাগ দেখা যায়। বেবন, একটা নামকে কয়েকটা বিভাগে, বিভাগকে জেলায়, জেলাকে মহকুমায়, মহকুমাকে থানায়, থানাকে গ্রামে এবং গ্রামকে পাড়ায় বিভক্ত করা হয়। প্রাণিবিজ্ঞানকে এককোষী ও বহুকোষী—এই দুই ভাগে বিভক্ত করা হয়।



এককোষীদের সাধারণতঃ একটা পর্বের অন্তর্গত করা হয় এবং বহুকোষী প্রাণীদের কয়েকটা পর্বে বিভক্ত করা হয়। প্রত্যেক পর্বকে প্রোফেজ, প্রোফেজ বর্গে, বর্গকে পোটে, পোটকে গণে এবং গণকে প্রজাতিতে বিভক্ত করা হয়। কোন কোন সময় পর্বের নীচে ও অন্ত ট্যাক্সনের উপরে ও নীচে কয়েকটা ট্যাক্সনের প্রয়োজনীয়তা দেখা দেয়। তখন উপরেটর নামকরণ করবার ক্ষেত্রে ট্যাক্সনের উপরে 'অবি' এবং নীচেটিকে নামকরণ করবার ক্ষেত্রে 'উপ' শব্দযোগ করতে হয়। যেমন, অবিপ্রোফেজী (Super class) এবং উপপ্রোফেজী (Sub-class), অল্পপভাবে অবিগোত্র ও উপগোত্র নাম করণ করা যায়।<sup>৫</sup> ভূগোল ও প্রাণিবিজ্ঞান তথা এই যে, প্রথম ক্ষেত্রে ভাগ করা হয় প্রাণীদের ভূবিখ্যানে বিভাগের আরতন অল্পখ্যাতী; কিন্তু দ্বিতীয় ক্ষেত্রে ভাগ করা হয় জাতিদের বনিষ্টতা অল্পখ্যাতী। লিনিয়াস (১৭৫৮) কেবলমাত্র রাজ্য, প্রোফেজ, বর্গ, গণ ও প্রজাতি নির্ণায়ী এই কয়েকটি ট্যাক্সনকে গ্রহণ করতেন। পরে অন্ত নিসর্গা পর্ব ও পোটে এই সকল ট্যাক্সনের সঙ্গে যোগ করেন। লিনিয়াস শুধু প্রাণিবিভাগ ও প্রজাতির নামকরণ করেই ক্ষান্ত হন নি; তিনি গণ ও প্রজাতির সংজ্ঞাও নির্ধারণ করেন এবং তা ১৭৩৫ খ্রীস্টাব্দে নিস্টেবা নাইটর প্রথম সংস্করণে প্রকাশ করেন। গণ সম্পর্কে লিনিয়াসের ধারণার সঙ্গে আধুনিক বিজ্ঞানীদের মতের মিল থাকলেও প্রজাতি সম্পর্কে তাঁর ধারণা ভুল ছিল। প্রাক-অভিব্যক্তি যুগের অন্তান্ত নিসর্গাদের<sup>৬</sup> মত তিনিও বিশ্বাস করতেন সৃষ্টির আদিতে যে কয়টি প্রজাতি বিস্তারিত ছিল, তিবকাল তাই থাকবে এবং প্রত্যেক প্রজাতি সৃষ্টির পর কিছু পরিবর্তিত হয়েছে।

৫ ৩৪টির বেশী ট্যাক্সন সংখ্যা করা সম্ভব হয় নি (G. G. Simpson, ১৯৬১)।

৬ জন যে সৃষ্টির মত প্রজাতির সৃষ্টি বিতর্কিত মতের পোঁকা বিশ্বাসী ছিলেন না।

কিন্তু জীবনের শেষভাগে তাঁর মতের পরিবর্তন হয় এবং তিনি বলেন, প্রকৃতিতে বিচরণকারী প্রজাতি-দের জননের দ্বারা উদ্ভূত নতুন সন্তান থেকে নতুন প্রজাতির সৃষ্টি সম্ভব।<sup>\*</sup> অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষ ভাগ থেকে শুরু করে বিংশ শতাব্দীর প্রথম ভাগ পর্যন্ত নতুন নতুন জারগার অভিযান চালানোর ফলে বহু নতুন প্রজাতির আবিষ্কার হয়। ঠিক এই সময় ল্যামার্ক, ডারউইন, ওয়ালেস (A. R. Wallace, ১৮২৩-১৯১৩) প্রকৃতির অভিযান্ত্রিক প্রচার এবং বর্তমান শতাব্দীর প্রথম ভাগে মরগান (T. H. Morgan, ১৮৬৬-১৯৪৫), মুলার (H. J. Muller, ১৮৯০-১৯৬৭) প্রকৃতি কর্তৃক যেওনের (J. G. Mendel, ১৮২২-১৮৮৪) দ্রুতগতির পুনরা-বিভক্ত হওয়ার প্রমাণিত হয় যে, নানা কারণে সর্বযুগে নতুন প্রজাতির অভিযান্ত্রিক সম্ভব।

প্রজাতি (Species) সম্পর্কে এই ধারণাই আধুনিক প্রাণিবিজ্ঞান বিজ্ঞানের মূল কথা। বর্তমান যুগের জানাঅজানা প্রজাতির সংজ্ঞা নির্ধারণ করা বিশেষ চত্বৎ ফলে ও দ্বারার প্রজাতির জনন-তত্ত্বিক যে সংজ্ঞা নির্ধারণ করেছেন, সাধারণ-ভাবে তাই গ্রাহ্য হয়েছে। এই সংজ্ঞা নিম্নরূপ—

“পারস্পরিক যৌন জননের দ্বারা জননকম সন্তান উৎপাদন করে (বা করতে পারে) এবং প্রায় অহরহ প্রাণীদের সঙ্গে জননে অক্ষম—এরূপ কতকগুলি প্রাণীর সমষ্টিকে বলে প্রজাতি।” যেমন—সব পাতিকাই এক প্রজাতি। কারণ এরা পরস্পর যৌন জননের দ্বারা জননকম সন্তান উৎপাদনে সক্ষম। অল্প দানবীণের পাতিকাই বেহেছু বাংলা দেশের অনেক ঘরে থাকে, তাই তারা বাংলা দেশের পাতিকাইয়ের সঙ্গে যৌনমিলনে অক্ষম। কিন্তু কোন দিন পাশে আসলে জননকম সন্তান উৎপাদন করতে পারে। অল্পদিকে দাঁড়-কাক পাতিকাইয়ের পাশাপাশি পাশে বাসা তৈরি

\* P. A. Moody (১৯৬২), Introduction to Evolution



করলেও তারা কখনো পরস্পরের সঙ্গে যৌন মিলন করে না। এই কারণে দাঁড়কাক ও পাতিকাক দুটি ভিন্ন প্রজাতি। অপরূপভাবে কিছু প্রাণী-জুলের মধ্যে (যেমন কাক) একাধিক প্রজাতি আছে। প্রকৃতিতে সাধারণতঃ দুটি ভিন্ন প্রজাতির মধ্যে কদাচিৎ মিলন ঘটে এবং তাঁদের উৎপন্ন সন্তান সাধারণতঃ জননক্ষম হয় না।<sup>৭</sup> এদের প্রকৃষ্ট উদাহরণ বড়র। কারণ গাধা ও ঘোড়া একই গণের অন্তর্ভুক্ত হলেও দুটি ভিন্ন প্রজাতি। বলাবাহুল্য ভিন্ন প্রজাতিদের মধ্যে বহিরাভিগত পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। তবে মাঝে মাঝে একই ভৌগোলিক পরিবেশে বাস করে এবং একই গণের অন্তর্ভুক্ত দুটি ভিন্ন প্রজাতির দৈনিক আকৃতিতে বিশেষ সাদৃশ্য দেখা যায়। তখন প্রজাতি দুটিকে বলে সিবলিং প্রজাতি (Sibling species)। এই সাদৃশ্য উদ্ভবের কারণ জানা যায় নি। পক্ষান্তরে এক প্রজাতির অন্তর্গত ভিন্ন ভিন্ন প্রাণীর মধ্যেও নানা বহিরাভিগত পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। যেমন—মাহুরের মধ্যে চীনা বা জাপানীকে নিগ্রো বা বাঙালী থেকে বহিরাভিগত পার্থক্য অস্বাভাবিক পৃথক করা যায়। অপরূপভাবে বাঘকেও সিংহ থেকে বহিরাভিগত পার্থক্যের সাহায্যে পৃথক করা সম্ভব। কিন্তু যেহেতু বাঘ ও সিংহী এবং সিংহ ও বাঘিনীর মিলনে জননক্ষম সন্তান উৎপন্ন হয় না, সেহেতু এরা ভিন্ন প্রজাতির। অল্প দিকে মাহুরের মধ্যে যে কোন জাতির পুরুষ বা স্ত্রীর সঙ্গে যে কোন জাতির পুরুষ বা স্ত্রীর মিলনে জননক্ষম সন্তান উৎপন্ন হয়। তাই সমগ্র মানবজাতি একটা প্রজাতি (Homo sapiens)। সুতরাং বলা যায়,

7. প্রকৃতিতে কড়িদের (Odonata) মধ্যে ভিন্ন প্রজাতির পুরুষ ও স্ত্রীর প্রাক-সঙ্গম মিলন (Tandem flight) মাঝে মাঝে দেখেছি। নীকগায়ে স্তম্ভপায়ী জীবের ভিন্ন প্রজাতির পুরুষ ও স্ত্রীর মিলনে জননক্ষম সন্তান হলেও প্রকৃতিতে দেখা যায় নি।

প্রজাতি নির্ণয়ে জননগত বিচ্ছিন্নতাই বিশেষ বিচার্য বিষয়।<sup>৮</sup> যখন কোন প্রজাতির অন্তর্গত এক 'আকস্মিক অধিবাসী সমষ্টি'কে (Local population) ঐ প্রজাতির অন্য আকস্মিক অধিবাসী সমষ্টি থেকে এক বা একাধিক বৈশিষ্ট্যের সাহায্যে পৃথক করা যায় তখন ভিন্ন ভিন্ন আকস্মিক অধিবাসী সমষ্টিকে একই প্রজাতির ভিন্ন ভিন্ন উপপ্রজাতি বলা হয়। উপপ্রজাতিকে অনেক সময় ভৌগোলিক জাতিও বলা হয়। পর-জীবীদের ক্ষেত্রে ভিন্ন প্রজাতির পোষক (Host) হলে এক ভৌগোলিক সীমারেখার উপপ্রজাতি দেখা দেয়। মাহুরের প্রজাতিকে কোন উপপ্রজাতিতে ভাগ করা হয় না।<sup>৯</sup> "নিকট জাতিবিশেষ প্রজাতিদের সমষ্টিতে বলা হয় গণ।" কোন কোন সময় একই গণের প্রজাতিদের বনিষ্ঠতার তারতম্য লক্ষ্য করা যায়। তখন বনিষ্ঠতার তারতম্যের ভিত্তিতে বিশ্রাবীরা নিম্নোক্তের সুবিধার ক্ষেত্রে ঐ গণকে একাধিক গণে বিভক্ত করেন। অপরূপভাবে জাতিবিশেষ বনিষ্ঠতাকে ভিত্তি করে গোত্র, বর্গ, শ্রেণী ও পর্বের সংজ্ঞা নির্ধারণ করা যায়। বলা বাহুল্য অভিযান্ত্রিক কালে প্রকৃতিতে কেবলমাত্র প্রজাতিরই আবির্ভাব ঘটে—গণ, গোত্র, বর্গ, শ্রেণী বা পর্বের আবির্ভাব ঘটে না। প্রজাতির উপরে সবকিছুটা টাঙ্গানই কালের সুবিধার্থে বিজ্ঞানীদের করণ্যগ্রন্থ।

8. জননগত বিচ্ছিন্নতা কখন কিতাবে আরম্ভ হয়, তা জানা যায় নি। তবে এট একবার একদিক প্রাণীর ক্ষেত্রে সম্ভব। উভদিক প্রাণীদের প্রজাতি নির্ণয়ের বিষয় এখনো বিতর্কমূলক অবস্থায় আছে। জননৈতিক সংজ্ঞার সীমিতাবস্থা একাধার জন্তে কয়েকজন বিজ্ঞানী অভিযান্ত্রিকিতিক সংজ্ঞা নির্ধারণ করেছেন। আবার কয়েকজন বিজ্ঞানী প্রজাতির সংজ্ঞা নির্ধারণের জন্তে জীবরসায়নের সাহায্য গ্রহণের কথা বলেছেন।

9) বৃত্তকৃষিবিদরা মাহুরের প্রজাতিকে কয়েকটা জাতিতে (Race) ভাগ করেছেন।



### প্রেনিবিভাগের মন্ত ও পথ

বৈজ্ঞানিক পুণিবীতে সকল কিছুই প্রেনি-  
বিভাগ করা হয় সাঙ্ক্যত্ব লক্ষণগুলি একত্রিত  
করে। প্রাণিবিজ্ঞান প্রেনিবিভাগ পদ্ধতিও এর  
ব্যতিক্রম নয়। প্রাণীদের প্রেনিবিভাগের শুরু  
ও প্রকারভেদ নির্ভর করে যে লক্ষণ বা  
লক্ষণগুলিকে প্রেনিবিভাগের ভিত্তি ধরা হয়,  
তার উপর। সাধারণ বাসস্থান ও জীবনযাত্রার  
ভিত্তিতে যে প্রেনিবিভাগ করা হয়, তাকে বলে  
'জীবনায়ন প্রেনিবিভাগ'। উদাহরণস্বরূপ প্রিনীর  
প্রেনিবিভাগ পদ্ধতিতে একটি বৈশিষ্ট্যকে  
শুরু দেওয়া হয় বলে প্রাণীদের পারস্পরিক  
প্রাকৃতিক আতিথ বিস্তার হয়। যেমন—ঘেচর  
শ্রেণীতে পড়ে বাতুড়, পাবী, কড়িৎ প্রভৃতি।  
ফলচর শ্রেণীতে পড়ে মাছ, উটপাখী, কঁকড়াবিছা  
প্রভৃতি। জলচর শ্রেণীত্ব হয় তিমি, কুমীর,  
মাছ প্রভৃতি। প্রাণীদের অভিব্যক্তির ইতিহাস,  
দৈনিক গঠন, শারীরতত্ত্ব প্রভৃতি অস্থায়ী বাতুড়,  
মাছ ও তিমি এক শ্রেণীত্ব হয়। কিন্তু উপরি-  
উক্ত প্রেনিবিভাগের ফলে তাদের এই স্বাভাবিক  
আতিথ বিস্তার হয়। প্রাণীদের প্রাকৃতিক আতিথ  
বিস্তার হয় বলে এই প্রকার প্রেনিবিভাগকে  
বলে কৃত্রিম প্রেনিবিভাগ (Artificial classi-  
fication)। পক্ষান্তরে যে প্রেনিবিভাগের ফলে  
প্রাণীদের প্রাকৃতিক আতিথের আভাস পাওয়া  
যায়, তাকে বলে প্রাকৃতিক প্রেনিবিভাগ  
(Natural classification)। আধুনিক যুগে  
প্রাকৃতিক প্রেনিবিভাগ পদ্ধতি অঙ্গসংগ্রহ করা  
হয়।<sup>10</sup> এই পদ্ধতি অস্থায়ী প্রেনিবিভাগ করতে  
হলে অভিব্যক্তির বাধ্যমে দেশ, কাল ও আব-  
হাওয়ার ব্যবধানে ভিন্ন ভিন্ন ট্যাক্সনের অন্তর্গত  
প্রাণীদের যে পরিবর্তন এসেছে, তাদের মধ্যে

কোন বৈশিষ্ট্যটি প্রাগৈতিহাসিক পূর্বপুরুষের  
কাছ থেকে উত্তরাধিকারস্বত্রে প্রাপ্ত ও কোনটি  
প্রাপ্ত নয়, সেই বিষয়ে জ্ঞান থাকা প্রয়োজন।  
পরিবর্তিত দৈনিক বৈশিষ্ট্যকে বিজ্ঞানীরা নিয়-  
নিষিদ্ধভাবে ভাগ করেছেন।

(ক) সমসংখ্যা (Homology): এক পূর্ব-  
পুরুষ<sup>11</sup> থেকে উদ্ভূত ভিন্ন ভিন্ন প্রাণিকুলের নানা  
অঙ্গের গঠনের সাদৃশ্যবাহ্য। যে সকল অঙ্গের  
ঐ অর্থ্যা দেবা বাত, তাদের বলে সমসংখ্য।  
যেমন—বানর, বনমাজুর ও মাজুরের হাত ও পা।  
এদের প্রত্যেকের সঙ্গে প্রত্যেকের গঠনসাদৃশ্য  
আছে ও প্রাগৈতিহাসিক যুগে এদের এক পূর্ব-  
পুরুষ একই ছিল।

(খ) হোমোপ্লাসী (Homoplasy): ভিন্ন ভিন্ন  
প্রাণিকুলের দৈনিক গঠন ও আকৃতির (প্রাগৈতি-  
হাসিক পূর্বপুরুষের কাছ থেকে উত্তরাধিকারস্বত্রে  
না পাওয়া) সাদৃশ্যবাহ্যকে বলে হোমোপ্লাসী।  
সমান্তরালতা, সমকেন্দ্রিতা, অঙ্কুরিত, সমযুতি  
প্রভৃতি হোমোপ্লাসীর অন্তর্গত।

(1) সমান্তরালতা (Parallelism): এক  
পূর্বপুরুষের দৈনিক গঠনভিত্তিক অথবা বৈশিষ্ট্য  
অস্থায়ী গঠিত একাধিক প্রাণিকুলের অঙ্গের গঠনের  
সাদৃশ্যবাহ্য স্বাধীনভাবে উদ্ভূতকে বলে সমান্তরালতা।  
বৈশিষ্ট্যগুলিকে বলে সমান্তরাল। যেমন—দক্ষিণ  
আমেরিকার সঙ্গার ও আফ্রিকার সঙ্গার  
বৈশিষ্ট্য মিল দেবা বাত, কারণ দু-জনেরই পূর্ব-  
পুরুষ (সঙ্গার নয় এমন এক জীব) ছিল এক।  
এদের সমান্তরাল বৈশিষ্ট্যগুলিও পরিচুচিত হয়েছে  
স্বাধীনভাবে।

11. প্রাণিবিজ্ঞান 'এক পূর্বপুরুষ' (Com-  
mon ancestor) বলতে প্রাগৈতিহাসিক যুগের  
যে প্রাণিকুলের বিবর্তনের ফলে একাধিক প্রজাতির  
আবির্ভাব সম্ভব হয়েছে, তাকে বোঝায়। যেমন—  
প্রাগৈতিহাসিক সভ্যতাকে আদিম পাবী ও  
জলপায়ী জীবের পূর্বপুরুষ ধরা হয়।

10. লিনীয়াস অনেক সময় আভাসের  
কৃত্রিম প্রেনিবিভাগ পদ্ধতি অঙ্গসংগ্রহ করেছিলেন  
(G. G. Simpson, 1961)।



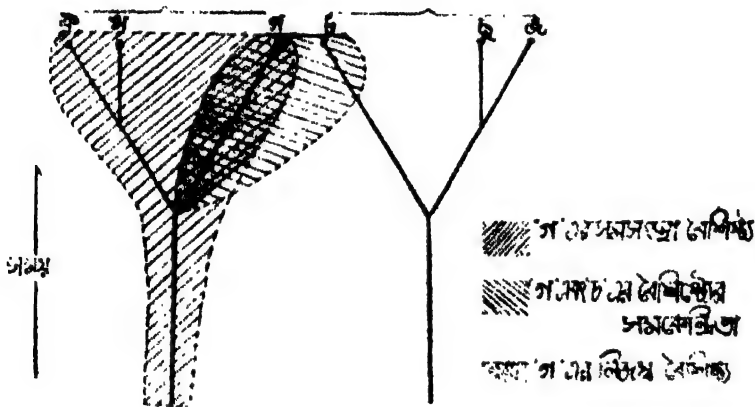
(2) সমকেন্দ্রিতা (Convergence): ভিন্ন পূর্বপুরুষ থেকে উদ্ভূত, বিশেষ কোন অবস্থার (যেমন বাতাস, আশ্রয়, প্রভৃতি) সঙ্গে বাণ বাতাসের ভিত্তিতে গঠিত একাধিক প্রাণিকুলের দৈনিক আকৃতির সঙ্গাবস্থাকে বলে সমকেন্দ্রিতা। বৈশিষ্ট্যগতিকে বলে সমকেন্দ্রিক। যেমন—তাসমানিয়ার নেকড়ে ও সাধারণ নেকড়ের আকৃতির মিল দেখা যায়। ঐ সাদৃশ্য একই রকম বাতাসের সঙ্গে উদ্ভূত হয়েছে, যদিও উভয়েই ভিন্ন ভিন্ন পূর্বপুরুষ থেকে আবির্ভূত হয়েছে।

(3) অমূহুরতি (Mimicry): পৃথক পৃথক পূর্বপুরুষ থেকে উদ্ভূত ভিন্ন ভিন্ন প্রাণিকুলের রূপ-সাদৃশ্যকে বলে অমূহুরতি। পরের রূপ অমূহুরণ-

(4) সমবৃত্তি (Analogy): পৃথক পৃথক পূর্বপুরুষ থেকে উদ্ভূত একাধিক প্রাণিকুলের বিশেষ অঙ্গের (বিশেষ কোন কাজের জন্যে) সঙ্গাবস্থাকে বলে সমবৃত্তি। যেমন—পাখী ও প্রজাতির ডানা। উভয়েই ওড়বার কাজের সুবিধার জন্যে তৈরি হলেও আভ্যন্তরীণ গঠনে কোন মিল নেই।

সমসংস্থা, সমান্তরালতা ও সমকেন্দ্রিতার  
তুলনা ( 1, 2নং চিত্র )

প্রাণীদের দৈনিক গঠনের এই তিন প্রকার সঙ্গাবস্থাই শ্রেণিবিভাগের সময় বিচার্য। সমসংস্থার সঙ্গে সমান্তরালতার সাদৃশ্য বেশী থাকলেও



1নং চিত্র—সমকেন্দ্রিতা ও সমান্তরালতার ব্যাখ্যা

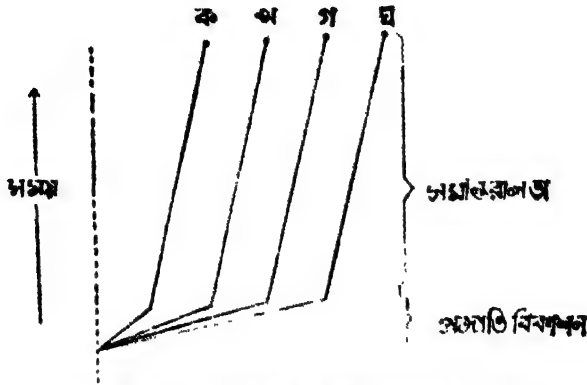
ক, খ, গ, চ, ছ ও জ এই ছয়টি প্রজাতি। ক, খ, ও গ এক পূর্বপুরুষ থেকে উদ্ভূত হয়েছে এবং চ, ছ, জ আর একটি পূর্বপুরুষ থেকে উদ্ভূত হয়েছে। গ-এর সঙ্গে ক ও খ-এর সমসংস্থাবিধি মিল আছে। গ-এর সঙ্গে চ-এর সমকেন্দ্রিতাবিধি মিল আছে। এছাড়া গ-এর নিজস্ব বৈশিষ্ট্যও আছে ( ডি. জি. সিম্পসনের 'Principles of Animal Taxonomy' থেকে সংগৃহীত )।

কাজকে বলে অমূহুরতি (Mimic) ও বার রূপকে মকল করা হয়, তাকে বলে আদর্শ বা মডেল (Model)। এই সাদৃশ্য আশ্রয়কার জন্তে উদ্ভূত হয়; অর্থাৎ ব্যাভিচারবৃত্ত থেকে কেবল যে রকম খুল হবার আশঙ্কা থাকে, এই কারণে তাই।

শ্রেণিবিভাগের সময় এদের পৃথক করা শুভ প্রয়োজন মনে করা হয় না। কিন্তু সমকেন্দ্রিতাকে সমান্তরালতা ও সমসংস্থা থেকে পৃথকীকরণ সহজ ও প্রয়োজনীয়। সমান্তরাল বৈশিষ্ট্যকে সমসংস্থা বৈশিষ্ট্য থেকে পৃথক করা হয়। সমান্তরালতার



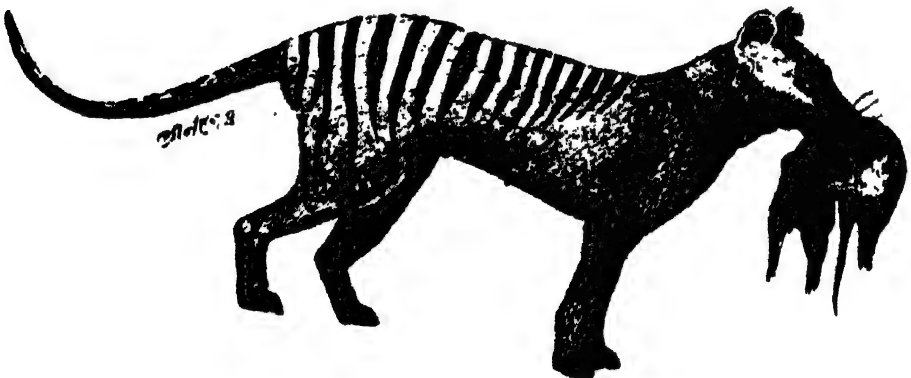
এভাবে তির তির প্রানিকুলের উপর পৃথক পৃথক ডানবানিরার বেকড়ে (৩২৭ চিত্র) ও সাধারণ হায়ে প্রতিক্রিয়া হয়। সবসংস্থ বৈশিষ্ট্যকে বেকড়ের গঠনের ছন্দনা করলে সবকেজিতা ও প্রজাতির আবিব বৈশিষ্ট্য বলে গণ্য করা হয়, সবসংস্থার তকায় ডান বোঝা যাবে। ডান-



২২৭ চিত্র—সবকেজিতা ও সম্ভারালতার ব্যাখ্যা

ক, খ, গ ও ঘ চারটা প্রজাতি। তির প্রজাতিতে বিকাশের আগে ছিল এক পূর্বপুরুষ। পরে সম্ভারালতাবে নিজেদের বৈশিষ্ট্য অর্জন করেছে।

কিন্তু সম্ভারাল বৈশিষ্ট্যকে নয়। যেমন ঘোড়া ও হানিরার বেকড়ে বা থাইল্যাসিনাস (Thylacinus) গভীরের পায়ের আঙ্গুল গঠনের দিক দিয়ে বিচার গণের অন্তর্গত যে কোন প্রজাতির আকৃতির করলে দুটিই সবসংস্থার উদাহরণ বটে, কিন্তু সঙ্গে বেকড়ে বা ক্যানিস (Canis) গণের প্রজাতির



৩২৭ চিত্র—ডানবানিরার বেকড়ে

লংগ্যা কহাবার (ঘোড়ার একটি আঙ্গুল ও গভীরের তিনটি আঙ্গুল) ব্যাপারটি সম্ভারালতার উদাহরণ বলে যবে হয়।

আকৃতির মিল আছে। থাইল্যাসিনাস প্রজাতিরা শুভপায়ী খেঁয়ীর হারহুনিয়ালিয়া (Marsupialia) বর্গের অন্তর্গত ও ক্যানিস প্রজাতিরা



ইউথেরিয়া (Eutheria) বর্গের অন্তর্গত। তির পূর্বপুরুষ থেকে উদ্ভূত হয়েও বাতাত্যাস-বেহু এদের আকৃতির মিল আছে। বেহুতু অস্ত্র সকল বৈশিষ্ট্য এদের গরমিল দেখা যায়, সেহেতু এই সাদৃশ্যটাকে সমকেন্দ্রিতার উদাহরণ বলা হয়। অস্ত্র দিকে ক্যানিস প্রজাতির আকৃতির সঙ্গে পাণ্ডুলুসক আইলুরাস (Ailurus) (4নং চিত্র) গণের প্রজাতির পরিবেশে খাপ-খাওয়ার বৈশিষ্ট্যে প্রচুর গরমিল

করা। আধুনিক কালে সকলেই বিবাহ করেন, জীবন (Life) থেকে আরম্ভ করে পৃথিবীর সকল জীবই আবির্ভূত হয়েছে অভিব্যক্তির মাধ্যমে। আধুনিক অভিব্যক্তিবাদ অস্বাভাবী বলা হয়—(1) অধুনা জীবিত প্রজাতিগন্থ অতীতের তির রকমের প্রজাতি থেকে উদ্ভূত হয়েছে, (2) প্রজাতির অভিব্যক্তি হয় নানা পরিবর্তনের সাহায্যে এবং ঐ পরিবর্তন চলে ধীর গতিতে, (3) অতএব বলা যায়, অধুনা জীবিত প্রজাতিদের



4নং চিত্র—লাল পাণ্ডা

দেখা গেলেও গঠনের দিক দিয়ে প্রচুর মিল আছে। তাই এদের সাদৃশ্যকে সদস্যতার উদাহরণ হিসাবে ধরা হয়।

### শ্রেণিবিভাগ ও অভিব্যক্তিবাদ

বৈজ্ঞানিক প্রাণিজগতের প্রধান বৈশিষ্ট্য। প্রত্যেকটা প্রজাতি অস্ত্র প্রজাতি থেকে বহুলাংশে পৃথক। প্রাণিজগতের বৈজ্ঞানিক ও বিভিন্ন পরিবেশে প্রাণীর অভিযোজন (Adaptation) সম্পর্কে গবেষণার প্রথম পদক্ষেপ হিসাবে আরম্ভ হয় দৈহিক গঠন-বিজ্ঞান (Anatomy) ও শ্রেণি-বিভাগ-বিজ্ঞান (Taxonomy) অধ্যয়ন পদ্ধতিতে। আবার উনবিংশ শতাব্দীতে দৈহিক গঠন-বিজ্ঞান ও শ্রেণিবিভাগ-বিজ্ঞানকে তির করে হুচনা হয় আধুনিক অভিব্যক্তিবাদ। বর্তমান হুচে শ্রেণিবিভাগের মূল কথা প্রজাতির অভিব্যক্তির ইতিহাসকে তির করে তাহের শ্রেণিবিভাগ

মাধ্যমক বৈশিষ্ট্য দেখা যায়, অতীতে এত বৈশিষ্ট্য ছিল না, (4) অভিব্যক্তি এখনো প্রকৃতিতে চলেছে। বিবর্তনের মাধ্যমে নতুন প্রজাতির অভিব্যক্তি হয় প্রাকৃতিক নির্বাচনের (Natural selection) সাহায্যে। সুতরাং প্রাণীদের শ্রেণি-বিভাগগত স্থান নির্ণয়ে অভিব্যক্তিবাদের সাহায্য গ্রহণ অবশ্য কর্তব্য। তাই আধুনিক যত্নস্বার্থী শ্রেণিবিভাগকে অভিব্যক্তিবাদের প্রমাণ হিসাবে ধরা হয়।

### নামকরণের প্রয়োজনীয়তা

নাম যদি চলে যায় তবে জ্ঞানও চলে যায় বলেছিলেন লিনিয়াসের ছাত্র ফ্রেড্রিসিয়ান (J. C. Fabricius)। সমাজকরণই নামকরণের প্রধান উদ্দেশ্য। এই দিক দিয়ে বিচার করলে প্রত্যেক প্রাণীর একটা নিজস্ব নাম থাকা উচিত। কিন্তু সাধারণতঃ দেখা যায়, এক-একটা প্রাণিকুলের



বিজ্ঞান নাম আছে। তাছাড়া প্রত্যেক প্রাণী-  
কুলের নাম আকস্মিক নামও আছে। যেমন,  
বাংলায় যে প্রাণিকুলকে 'কড়ি' বলে ইংরেজীতে  
তাকে বলে 'স্নেকহেডেড ফিশ' ও 'স্নেকহেডেড ফিশ' এবং  
জাপানী ভাষায় বলে 'টোবো'। অল্পসংখ্যক  
বাংলায় থাকে বলে 'ঘোড়া', ইংরেজীতে তাকে  
বলে হর্স এবং জার্মান ভাষায় তাকে বলে  
কার্ট (Pferd)। যজ্ঞার কথা বাংলায় ল্যাটা,  
চ্যাং, শাল ও শোল এই চারটি বাক্যকে বিজ্ঞানীরা  
চারটি প্রজাতি হিসেবে ধরলেও সাধারণ ইংরেজী  
কথায় বলা হয় Snakeheaded fish। অতএব  
দৃঢ়ভাবে বলা যায়, বিজ্ঞানীর পক্ষে আকস্মিক ও  
জনপ্রিয় নামের সুবিধা অপেক্ষা অসুবিধাই বেশী।  
এই অসুবিধা এড়াবার ক্ষেত্রে বিজ্ঞানীরা একটা  
প্রক্রিয়াকে মাত্র একটা নাম দিয়েছেন। এই  
নামকরণ করা হয় ল্যাটিন ভাষায়, সাধারণতঃ  
গ্রীক ও ল্যাটিন শব্দ থেকে উদ্ধৃত শব্দকে অথবা  
অল্প ভাষার শব্দকে ল্যাটিনের মত করে নিয়ে।  
বিজ্ঞানীদের একাধিক আকস্মিক ভাষার অথবা  
ল্যাটিন ভাষার লবল না থাকলেও কোন অসুবিধা  
হয় না। কারণ শব্দের অর্থ বোধগম্য হওয়া  
অপেক্ষা সর্বত্র একটি নাম প্রচলিত হওয়াই বেশী  
প্রয়োজনীয়। সুনির্দিষ্ট স্তরভাষায় নামকরণ  
হওয়ার ঐ উদ্দেশ্য সার্থক হয়েছে।

### নামকরণ রীতির ইতিহাস ও আধুনিক সূত্র

প্রজাতির নাম দুটি পদ নিয়ে গঠিত (গণের-  
নাম ও প্রজাতির নাম) হয়। গণ-নাম প্রজাতির  
গোষ্ঠীর ও অন্তর্গত প্রজাতির সমূহ জাতিদের  
ঘটিতভার পরিচায়ক এবং প্রজাতি নাম প্রজাতির  
নিজস্ব বৈশিষ্ট্যের পরিচায়ক। বর্তমান যুগে

প্রচলিত নামকরণ প্রথা'কে বিনাম নামকরণ'<sup>১১</sup>  
(Binomial nomenclature) বলে।

প্লেটো, অ্যারিস্টটল প্রভৃতি গণ ও প্রজাতির  
কথা বলেছিলেন। বাউহিন (K. Baubin,  
1560-1624) গণ ও প্রজাতির পৃথকীকরণের পথ  
নির্দেশ করেছিলেন। এটাই পরে বিনাম নামকরণে  
পরিণত হয়। যুং (J. Jung, 1587-1657)  
প্রবর্তিত উদ্ভিদের তালিকাতে বেশী ভাগ বিনাম  
নামকরণ দেখা যায়—তাতে প্রথম পাঁচটি বিশেষ  
ও দ্বিতীয়টি বিশেষণ ছিল। এর পর জন যে  
এবং টুর্নেফোর্ট (J. P. Tournefort, 1656-  
1708) প্রভৃতি ঐ পথ অনুসরণ করেন। লিনিয়াস  
এই পদ্ধতির উপকারিতা বুঝে নিরামিতভাবে তা  
অনুসরণ করতেন। লিনিয়াসের পরবর্তী বিজ্ঞানীরা  
(বিশেষতঃ ১৯০০ খৃষ্টাব্দের পর) যখন ঐ পদ্ধতি  
অনুসরণ করতে আরম্ভ করেন, তখন নানা কারণে  
ভীষণ গোলযোগ দেখা দেয়। যদিও লিনিয়াস  
ও ফেরিসিয়াস প্রভৃতি নিজেদের কাজের সুবিধার্থে  
নির্দিষ্ট স্তর অনুসরণ করে চলতেন, কিন্তু তা  
আন্তর্জাতিক না হওয়ায় প্রত্যেক নিদর্শন নিজস্ব  
একটি স্তর অনুসরণ করতেন। এছাড়া নেপো-  
লিয়নের যুদ্ধের ফলে নানা দেশের মধ্যে বৈজ্ঞানিক  
সামরিকী, বই প্রভৃতির আদান-প্রদান বন্ধ হওয়ায়  
প্রজাতির একাধিক আকস্মিক নাম দেখা দেয়।  
ফলে এক জটিল সমস্যার সৃষ্টি হয় ও সকলে  
নির্দিষ্ট আন্তর্জাতিক স্তরের অভাব বোধ করেন।  
নামকরণের গোলযোগ ও স্তরের অভাব দূরীকরণের  
ক্ষেত্রে ১৮৪২ খৃষ্টাব্দে বৃটিশ অ্যান্থ্রোপোলজিস্ট কর দি

১২. প্রতি বছর কিছু সংখ্যক প্রজাতি  
আবিষ্কার হওয়ার সাথে সাথে নতুন গণ ও উচ্চ  
পর্বীর ট্যাক্সনের কল্পনার প্রয়োজন হয়। ফলে  
অনেক প্রজাতি, গণ ও অনেক উচ্চ পর্বীর  
ট্যাক্সনের নাম মনে রাখা বিশেষজ্ঞদের পক্ষে  
কঠিন হয়ে পড়েছে। তাই কয়েকজন বিজ্ঞানী  
নামকরণের নতুন প্রথা উদ্ভাবনের কথা চিন্তা  
করতে বলেছেন।

• জানেজনাগ তাহুদী (১৯৪৮) প্রাণিবিজ্ঞান  
প্রাণি বিভাগ ও নামকরণের মূল নীতি। বিজ্ঞান  
পরিচয়, পৃ: ৪৪-৭৪



আন্তর্জাতিক যেক্ট অব সায়েন্স, 1877 খ্রীষ্টাব্দে আমেরিকান আনোসিয়েশন করি আন্তর্জাতিক যেক্ট অব সায়েন্স, 1881 খ্রীষ্টাব্দে কালের সোসিয়েটে কোনোমিক ও ক্রীস, 1894 খ্রীষ্টাব্দে জার্মানীর ডয়টশে লুগোনিগে সেসেল-শাকট্ট প্রকৃতি ও অস্ত্রান্ত সনিতি থেকে নানা বিষয়ের নামকরণের হুত্র প্রকাশ হয়। প্রকৃতপক্ষে 1889 খ্রীষ্টাব্দে আন্তর্জাতিক প্রানিবিজ্ঞা মহাসভার প্রথম অধিবেশনে বিখ্যাত ক্রাসী পতকবিদ্ ক্রীবাচ (R. Blanchard) বিপদ নাম-করণ প্রথা চালু করবার অন্তে একটি হুত্রের প্রস্তাব করেন। 1892 খ্রীষ্টাব্দে মহাসভার দ্বিতীয় অধিবেশনে ক্রীবাচের প্রস্তাব সমর্থিত হয়। তথাপি সকল দেশের বিজ্ঞানীরা এই হুত্র যেনে চলতেন না। ফলে 1895 খ্রীষ্টাব্দে তৃতীয় অধিবেশনে আন্তর্জাতিক হুত্র প্রণয়নের উদ্দেশ্যে এক সংস্থা গঠন করা হয়। এই সংস্থা 1898 খ্রীষ্টাব্দে চতুর্থ অধিবেশনে তাদের তৈরি হুত্রগুলি পেশ করেন। 1901 খ্রীষ্টাব্দে মহাসভার পঞ্চম অধিবেশনে এই হুত্রগুলি প্রানিদের নামকরণ সবক্ষে একমাত্র আন্তর্জাতিক হুত্র হিসাবে স্বীকৃত হয়। পরে এই হুত্রের নানা সংস্কার হয়েছে। নীচে কিছু গুরুত্বপূর্ণ অংশ বোঝা হলো।

(1) প্রকৃতি রাজ্যের জীবিত ও মৃত প্রানি সমূহের বিজ্ঞানসম্মত নামকরণ প্রথাকে প্রানি-বিজ্ঞান নামকরণ হীতি বলা হয়। এই হীতি গোত্র, গণ ও প্রজাতি পর্যায়ের নামকরণ প্রথার নির্দেশ দেয়। কাল্পনিক, অপ্রাকৃতিক ও স্তর প্রানির নিদর্শন অথবা উপপ্রজাতির নীচের কোন ট্যাক্সনের নামকরণ এই হীতি বহির্ভূত।

(2) প্রানিদের নামকরণের সঙ্গে পৃথিবীর অন্ত কিছু নামকরণের কোন সম্পর্ক নেই; অর্থাৎ অন্ত যে কোন কিছু নাম ও প্রানির নাম এক হলে দ্ব্যর্থী নয় (তবে না হওয়া বাছনীর)।

সিলীয়াসের সিন্টেবা বাট্রীর দশম

সংস্করণের (1758) পূর্বে ব্যবহৃত কোন নাম গ্রাহ্য হবে না। কিন্তু 1758 খ্রীষ্টাব্দে প্রকাশিত সব নামই গ্রাহ্য হবে।

(4) প্রজাতির উপরের সকল ট্যাক্সনের এক পদ নাম হবে।

(5) প্রজাতির বিপদ এবং উপপ্রজাতির বিপদ নাম হবে।

(6) বৈজ্ঞানিক নাম সব সময় ল্যাটিন ভাষায় লিখতে হবে অথবা অন্ত ভাষাকে ল্যাটিনের মত করে লিখতে হবে।

(7) গোত্র, নাম, গণ নামের বহুবচন (কর্তৃ-কারকে বহুবচন) হবে।

(8) গণ নাম কর্তৃকারকে একবচন হবে।

(9) প্রজাতির নাম সরল বা বৌদ্ধিক পদ (সাধারণতঃ গণ নামের বিশেষণ) হবে।

(10) গণ নাম ও প্রজাতির নাম এক হওয়া দ্ব্যর্থী নয়। যেমন—ক্যালা বাছের নাম ক্যালা ক্যালা (Catla catla)।

(11) কবিশন ও হুত্রের দ্বারা স্বীকৃত সবচেয়ে পুরনো প্রকাশিত নামই ট্যাক্সনের আসল নাম হিসাবে গ্রাহ্য হবে। এই স্বীকৃত বলে অগ্রা-ধিকার স্বীতি (Law of Priority)।

(12) কোন নামের ব্যবহার 50 বছর চললে অপ্রাধিকার স্বীতি যানো হবে না (এর অন্তে কবিশনের অস্থায়িত্বের প্রয়োজন আছে)।

(13) সংখ্যাবাচক পদ অক্ষরে প্রকাশ করতে হবে, সংখ্যার নয়।

(14) গোত্র নাম ও গণ নামের প্রথম অক্ষর বড় হাতের হবে, কিন্তু প্রজাতির নামের প্রথম অক্ষর ছোট হাতের হবে।

(15) গোত্রের নামকরণের সময় যে গণকে ভিত্তি করে গোত্রের বিবরণ প্রথম প্রকাশিত হয়, সেই গণের শেষে ‘—ইডি’ (—IDAE) যোগ করতে হবে। উপগোত্রের (Subfamily) নামকরণের সময় যে গণকে ভিত্তি করে উপ



গোত্রের বিবরণ প্রথম প্রকাশ হয় তাঁর পেনে  
‘—ইনি’ (—INAE) যোগ করতে হবে (অধি-  
গোত্রের নামকরণের সময় ‘—ওইডিয়া’ (—OI-  
DEA) যোগ করতে হয়; বধা—গণ—Libe-  
llula; উপগোত্র—Libellulinae, গোত্র—  
Libellulidae, অধিগোত্র—Libelluloidea।

(১৬) যে বিজ্ঞানী বা বিজ্ঞানীরা কোন  
ট্যাক্সনের (স্থলের ৩য় ও ৪র্থ অধ্যায় অস্থায়ী  
গ্রাহ্য) বিজ্ঞানসম্মত বিবরণ কোন বই বা  
সাময়িকীতে প্রকাশ করবেন, তাঁকে বা তাঁদের  
ঐ ট্যাক্সনের আবিষ্কারক হিসেবে স্বীকার করা  
হবে। বই এবং সাময়িকীর শুধাবলী ও স্থলের  
(Code) ৩য় ও ৪র্থ অধ্যায় অস্থায়ী গ্রাহ্য হওয়া  
সরকারী।

(১৭) যখন দুটি ভিন্ন গোত্র বা গণ বা  
প্রজাতি অথবা উপপ্রজাতির এক নাম হয়ে  
যাবে, তখন যে নামটি পরে হয়েছে তাঁকে সমনাম  
(Homonym) হিসাবে গণ্য করে নাকচ করতে  
হবে এবং ঐ ট্যাক্সনটির নতুন নাম দিতে হবে।

(১৮) দুটি গোত্রের এক নাম হবে না।

(১৯) দুটি গণের এক নাম হবে না।

(২০) এক গণের দুটি প্রজাতির এক নাম  
হবে না।

ট্যাক্সনের নামের পাশে আবিষ্কারকের নাম  
লেখা হয়। যেমন, লিনিয়াস বুনো পাতিহাঁসের  
নাম করেন আনাস প্লাটারিঙ্কস (Anas platyr-  
hynchos), আবিষ্কারকসহ এর নাম হবে আনাস  
প্লাটারিঙ্কস লিনিয়াস (Anas platyrhynchos  
Linnaeus)। একইভাবে গণ, গোত্র প্রভৃতির  
নামের পাশে আবিষ্কারকের নাম লেখা হয়।  
সিস্টেমা ন্যাচারাল (১৭৫৮) সকল প্রজাতির  
আবিষ্কারক হিসাবে লিনিয়াসকে ধরা হয়।  
পাণ্ডুলিপিতে গণ ও প্রজাতি ও উপপ্রজাতির  
নামকে নিম্নরেখ করা এবং ছাপা অবস্থায় বীকা  
অক্ষরে (Italics) প্রকাশ করা হয়।

## নামের পরিবর্তন

বৈজ্ঞানিক নামের সাহায্যে এক প্রজাতির  
সহে আরেক প্রজাতির জাতিধের বর্ণিততা বোঝা  
যায়। এই দিক দিয়ে বিচার করলে কোন  
কোন সময় নামের পরিবর্তনের প্রয়োজন দেখা  
যায়। যেমন—লিনিয়াস (১৭৫৮) বাঘ, সিংহ,  
চিতাবাঘ ও বিড়ালকে একটি গণের [কেলিস  
(Felis)] অন্তর্ভুক্ত করেন। তাঁর বতাবলীতে  
বাঘ, সিংহ ও চিতাবাঘের নাম হয় কেলিস  
টাইগ্রিস (Felis tigris), কেলিস লিও (Felis  
leo) ও কেলিস পার্ডাস (Felis pardus)। পরে  
গবেষণায় প্রমাণ হয়—বাঘ, সিংহ ও চিতাবাঘ  
বিড়ালের গণের (কেলিস) অন্তর্ভুক্ত হওয়ার  
উপযুক্ত নয়। তাই বিজ্ঞানীরা সেগুলিকে নতুন  
একটি গণ প্যাথেরার (Panthera) অন্তর্ভুক্ত  
করেন। বর্তমানে ওদের নাম হয়েছে প্যাথেরা  
টাইগ্রিস, প্যাথেরা লিও এবং প্যাথেরা  
পার্ডাস। প্রথম বর্ণনাকারী হিসাবে লিনিয়াসের  
নাম প্রজাতির নামের পাশে থাকবে, কিন্তু যেহেতু  
তিনি ঐ তিনটিকে ঠিক গণের অন্তর্ভুক্ত করেন  
নি (আধুনিক বতাবলী), তাই তাঁর নাম  
প্রথম বন্ধনীর মধ্যে লেখা হবে, বধা Panthera  
tigris (Linnaeus)। অনেক সময় গোত্র, বর্ণ  
প্রভৃতির নামও পরিবর্তিত হয়।

## উপসংহার

সাধারণভাবে প্রাণীদের জেনিবিভাগের কোন  
প্রয়োজনীয়তা নেই বলে মনে হয়। একতরফে  
জুটিবদ্ধ জেনিবিভাগ ও নামকরণের বলে  
মানুষের উপকারী ও অনিষ্টকারী প্রাণিগুলোর  
সনাক্তকরণ এবং প্রথম দলের সংখ্যাবৃদ্ধি ও  
দ্বিতীয় দলের দমনের ব্যবস্থা করা সম্ভব হয়েছে।  
উদাহরণস্বরূপ সব অ্যানোফিলিস (Anopheles)  
বধা ম্যালেরিয়া ছড়ায় না বা সব সাপ বিষধ নয়।  
প্রাণীদের নামারকম বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে বিশেষ জ্ঞান



লাভ করে যদি দেওয়ার অনায়াসে ব্যালেন্সিয়া বহনকারী অ্যানোকিনিস্‌ম্যা বা অক্স এনোকিনীয় প্রাণীর সনাক্তকরণ সম্ভব হয়েছে। তাছাড়াও প্রাণিবিজ্ঞান অক্স শাখা কাকের সুবিধার্থেও প্রাণিবিজ্ঞানের প্রয়োজন আছে। যেমন—যদি কেউ বাঘের বিষয়ে গবেষণা করে প্রাণীটিকে চিনতে বা পেয়ে লিংহ বলে ছুঁপ করেন ও সেই তথ্য প্রকাশ করেন, তবে বিজ্ঞানীমহল বাঘ ও লিংহ উভয়ের বিষয়েই অক্স থাকবেন। তাই সার গ্যাভিন ডে বিয়ার (G. R. De Beer) (1950) বলেন, “The neglect of taxonomic studies is now realised as a defect which it is in the training of biologists, even if because biologists in other branches of the sciences of zoology

and botany must know the identity of the material on which they are working.” প্রাণিবিজ্ঞান অক্স শাখার সঙ্গে প্রাণিবিজ্ঞানের জুটনা করলে দেখা যায় প্রাণি-বিজ্ঞান-বিজ্ঞান সমস্ত প্রাণিবিজ্ঞান কেন্দ্রবিন্দু। এই সম্পর্কে সার জুলিয়ান হাক্সলি (J. S. Huxley) (1940) বলেন,

“Today,.....systematics has become one of the focal points of biology. Here we can check our theories concerning selection and gene-spread against concrete instances, find material for innumerable experiments, build up new induction: the world is our laboratory, evolution itself our guineapig.”

## মস্তিষ্কে সাইক্লিক এ. এম. পি-র ভূমিকা

লক্ষ্যী কর ও দেবব্রত মাগ\*

### ভূমিকা

সাইক্লিক অ্যাডিনোসিন 3' : 5'-নোকস্‌ফেট বা সংক্ষেপে cAMP (cyclic Adenocine 3' : 5'-monophosphate) একটি বিশেষ উদ্বেগবোমা পদার্থ। এর আবিষ্কারক ডাঃ সাধারণ-ল্যাণ্ডকে একজনে 1971 সালে নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়। ডাবলে আশ্চর্য লাগে যে, এমন একটি ছোট অণু প্রাণীর বিভিন্ন কার্যকলাপ, দেহতাত্ত্বিক এবং প্রাণ-রাসায়নিক প্রক্রিয়াগুলিকে নিয়ন্ত্রণ করেছে। সাধারণল্যাণ্ডের ডাবার প্রাণীর পারের নথ থেকে শুরু করে পৃথি পর্বত সব কিছুই cAMP নিয়ন্ত্রণ করেছে।

জীবকোষে অবস্থিত অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ

(Adenyl cyclase) নামক একটি জৈব অম্লবটক অ্যাডিনোসিন হাইড্রস্‌ফেট বা সংক্ষেপে ATP-কে ভেঙে cAMP তৈরি করে। অবন্ত কস্‌কোডাই-এস্টারেজ (Phosphodiesterase) নামে একটি জৈব অম্লবটক cAMP-কে ভেঙে 5'-অ্যাডিনোসিন নোকস্‌ফেটে (5'-AMP) পরিণত করে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে, কোষে cAMP-র পরিমাণ মূলতঃ দুটি জৈব অম্লবটকের উপর নির্ভর করেছে—cAMP সংশ্লেষক জৈব অম্লবটক অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ এবং cAMP বিশ্লেষক জৈব অম্লবটক কস্‌কোডাইএস্টারেজ।

\* প্রাণ-রাসায়ন বিভাগ, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়





সাধারণল্যাভ এবং আরও অনেকে প্রমাণ করেছেন যে, cAMP দ্বিতীয় বার্তাবহ (Second messenger) রূপে বিভিন্ন উত্তেজক রস (Hormone) বা প্রথম বার্তাবাহকের (First messenger) কাজগুলি করে দেয়; অর্থাৎ উত্তেজক রসগুলি সরাসরি অংশগ্রহণ না করে cAMP-এর মাধ্যমে কাজ করে থাকে। ইহানীচ বহু পরীক্ষা থেকে জানা যাচ্ছে যেহেতু বিভিন্ন গ্রন্থিতে, যেমন—cAMP-এর ভূমিকা আছে, মস্তিষ্কেও তেমনই cAMP-এর ভূমিকা বোধে উল্লেখযোগ্য। এর কারণ হলো—

(1) যে জৈব অণুঘটকটি ATP ভেঙে cAMP তৈরি করে, তা মস্তিষ্ককোষে সবচেয়ে বেশী সক্রিয়, উপরন্তু বেশী পরিমাণেও থাকে।

(2) অ্যাডিনাইল সাইক্লজ জৈব অণুঘটকটি আয়ুকোষ প্রান্তে বেশী থাকে এবং মস্তিষ্ককোষ থেকে বিশেষ প্রক্রিয়ার পাওয়া সাইনাপটোজোমে (Synaptosome) বেশী পাওয়া গেছে। জানা গেছে, মস্তিষ্কের উল্লেখযোগ্য উত্তেজক রসগুলিও ঐ অংশে বেশী থাকে।

(3) তড়িৎ-প্রবাহ পাঠিয়ে আয়ুকোষকে উত্তেজিত করে জানা গেছে, ছুটি আয়ুকোষের সংযোগ স্থলে বসন্তাধার পরিবহনে cAMP-র উল্লেখযোগ্য ভূমিকা আছে।

(4) প্রাণীর বিভিন্ন চালচলনের সঙ্গে cAMP-এর সম্পর্ক আছে।

(5) বিভিন্ন বিপাক-প্রণালীতে cAMP অংশগ্রহণ করে।

এই প্রবন্ধে মস্তিষ্কে cAMP সম্পর্কিত বিভিন্ন কাজগুলি পৃথকভাবে আলোচনা করা হবে। আয়ুকোষে বারবা, নিয়ন্ত্রিত আলোচ্য বিষয়গুলি মস্তিষ্কে cAMP-এর গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকার পরিচয় দেবে।

### মস্তিষ্কে cAMP-এর পরিমাণ

বিভিন্ন পরীক্ষা থেকে জানা গেছে জীব-দেহের অভ্যন্তর গ্রন্থির সঙ্গে তুলনা করলে গুরু-মস্তিষ্কভরের মূল্য কোষসমষ্টিতে cAMP, অ্যাডিনাইল সাইক্লজ এবং কস্কোডাইএস্টারেজ-এর পরিমাণ সবচেয়ে বেশী থাকে। আয়ুকোষকে বিশ্লেষণ করে আরও জানা গেছে যে, সাইনাপটো-জোম (Synaptosome) নামক অংশে (বা প্রধানত: আয়ুকোষ প্রান্তভাগের অংশবিশেষ) cAMP, অ্যাডিনাইল সাইক্লজ এবং কস্কোডাইএস্টারেজ সবগুলিই বেশী পরিমাণে থাকে। অ্যাডিনাইল সাইক্লজ এবং কস্কোডাইএস্টারেজ জৈব অণুঘটক দুটির সক্রিয়তাও ঐ অংশে সবচেয়ে বেশী। এখন প্রশ্ন জাগতে পারে সাইনাপটো-জোমে cAMP বেশী থাকা সত্ত্বেও বিশ্লেষণ জৈব অণুঘটক কস্কোডাইএস্টারেজের পরিমাণ ও সক্রিয়তা কি করে বেশী থাকে? জানা গেছে অ্যাডিনাইল সাইক্লজ যখন ঝিল্লীযুক্ত (Membrane-bound) অবস্থায় থাকে, তখন কস্কোডাইএস্টারেজ সাইটোপ্লাজমে মুক্ত অবস্থায় থাকে, ফলে cAMP যেখানে সংশ্লেষিত হয়, সেখানে ঐ অণুটি ভাঙতে পারে না। অবশ্য cAMP ঝিল্লীযুক্ত হলে সঙ্গে সঙ্গে কস্কোডাইএস্টারেজের সাহায্যে ভেঙে যায়।

### কোষে cAMP-র পরিমাণগত পরিবর্তন

#### যাত্রা ঘটায়

কোষে cAMP-র পরিমাণ বাড়ানো-কমানো অনেক রকমে হতে পারে। অ্যাডিনাইল সাইক্লজের সক্রিয়তা কিংবা পরিমাণ বাড়িয়ে cAMP-এর উৎপাদন বাড়ানো যেতে পারে। কস্কোডাইএস্টারেজকে নিষ্ক্রিয় করেও cAMP-র পরিমাণ বাড়ানো যেতে পারে। জানা গেছে



ক্যাটেকলঅ্যামিন (Catecholamine) জাতীয় পদার্থগুলি, তড়িৎ-প্রবাহ, সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaF) প্রভৃতি অ্যাডিনাইল সাইক্লোজের সক্রিয়তা বাড়িয়ে কোষে cAMP-র পরিমাণ বৃদ্ধি করে। আবার দেখা গেছে, থিওফাইলিন (Theophylline), মিথাইলক্সেনথিন (Methylxanthine) এবং কিছু সংখ্যক ভেতন বেন ইমিপ্রামিন (Imipramine), নরট্রিপটাইলিন (Nortryptiline), অ্যামিট্রিপটাইলিন (Amitryptiline) প্রভৃতি কস্কোডাইএস্টারের দ্বৈত অণুঘটকটিকে নিষ্ক্রিয় করে কোষে cAMP র পরিমাণ বাড়াতো পারে। এই ভেতনগুলি অনেক সময় মানসিক অবসাদ দূরীকরণে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

প্রস্টাগ্ল্যান্ডিন (Prostaglandin) নামক রাসায়নিক যৌগটি কোন কোন কোষে cAMP-র পরিমাণ বাড়ায় আবার কখন কখনোও দেখা গেছে। অন্যদিকে আনকাল প্রস্টাগ্ল্যান্ডিন বেশ ব্যবহৃত হচ্ছে, যদিও কিতাবে প্রস্টাগ্ল্যান্ডিন দ্রাব্যভাবে কাজ করে, তা কিছুই জানা যায় নি।

### বয়স বৃদ্ধির সঙ্গে অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ কিতাবে তৈরি হয়

বয়স বৃদ্ধির সঙ্গে কিতাবে অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ দ্বৈত অণুঘটকটি তৈরি হতে থাকে, তা ইহুর এবং গিনিপিগের উপর পরীক্ষা করে দেখা হয়েছে। কি ধরনের স্নেহ জৈব অণুঘটকের অধিক সক্রিয়তার মূল কাজ করে, তা জানা যায় নি, কিন্তু এটুহু জানা গেছে যে, মস্তিষ্কে নরএপি-জাকরিনের (NE) পরিমাণগত বৃদ্ধির সঙ্গে অ্যাডিনাইল সাইক্লোজের সক্রিয়তার একটা সম্পর্ক আছে।

সাধারণত: শুকনোভাবে তত্বেই বেশী পরিমাণ সংগ্ৰহক এবং বিশ্লেষক জৈব অণুঘটক দুটি থাকে, কিন্তু পাইনিয়ল গ্রন্থিতে (Pineal gland) কস্কোডাইএস্টারের দ্বন্দ্বের অ্যাডিনাইল

সাইক্লোজের সক্রিয়তা অনেক বেশী থাকে। নেকড়ে পাইনিয়ল গ্রন্থি নিয়ে বেশী কাজ হয়েছে। এখন দেখা বাক, পাইনিয়ল গ্রন্থিতে অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ কিতাবে তৈরি হয়। জন্মের পর 30 দিন পর্যন্ত ইহুরের পাইনিয়ল গ্রন্থির অ্যাডিনাইল সাইক্লোজের সক্রিয়তা অপরিবর্তিত থাকে। জন্মের একদিন পর ইহুরের পাইনিয়লে NE থাকে সন্তোষ অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ দ্বৈত অণুঘটকটি সক্রিয় থাকে না বললেই চলে, কিন্তু 16 দিন বয়স ইহুরের পাইনিয়লে অ্যাডিনাইল সাইক্লোজের সক্রিয়তা NE-এর উপস্থিতিতে সাধারণ অবস্থা থেকে প্রায় তিন গুন বেড়ে যায়, তারপর বৃদ্ধি প্রায় একই রকম থাকে। এখানে উল্লেখযোগ্য, NaF-এর উপস্থিতিতে একদিন বয়স ইহুরের পাইনিয়লের অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ যথেষ্ট সক্রিয় থাকে এবং 50 দিন বয়স ইহুরের অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ সাধারণ অবস্থার পাঁচগুন সক্রিয় থাকে। যেন হবে NaF নিয়ে পরীক্ষা করার উদ্দেশ্য কি হতে পারে, কারণ NaF দেহের সাধারণ পদার্থ নয়। Tissue slice ব্যবহার করে দেখা গেছে, NE Tissue slice-এ অবস্থিত অ্যাডিনাইল সাইক্লোজের সক্রিয়তা বাড়ালেও দ্রাব্যভাবে অ্যাডিনাইল সাইক্লোজকে উত্তেজিত করতে পারে না। এই পরীক্ষা থেকে দুটি সিদ্ধান্তে আসা যেতে পারে।

(1) জন্মের প্রথম দিকে cAMP বৃদ্ধি তৈরি হয় না, কিন্তু অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ থাকে, কারণ NaF-এর উপস্থিতিতে জৈব অণুঘটকটির সক্রিয়তার পরিচয় মেলে। NE-এর উপস্থিতিতে কিন্তু ঐ সময় অ্যাডিনাইল সাইক্লোজের সক্রিয়তার পরিচয় পাওয়া যায় না।

(2) NE-এর সঙ্গে যুক্ত হতে পারে এমন গ্রাহক (Receptor) অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ প্রথম দিকে থাকে না, কিন্তু বয়স বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে গ্রাহকটি তৈরি হতে থাকে, বলে অ্যাড-



নাইল সাইক্লোজের সক্রিয়তা বেশ কিছুদিন পর NE-এর উপস্থিতিতে প্রকাশ পায়। NE এর গ্রাহক ইন্ড্রের পাইনিরেল অ্যাডিনাইল সাইক্লোজ প্রথম দিকে থাকে না, কিন্তু পরে তৈরি হয়, কারণ গিনিপিগের পাইনিরেল পরীক্ষা করে দেখা গেছে NE-এর উপস্থিতিতে অ্যাডিনাইল সাইক্লোজের সক্রিয়তা প্রথম থেকেই থাকে। এখানে বলা প্রয়োজন যে, গিনিপিগ নিয়ে কাজ করার উদ্দেশ্য হলো গিনিপিগের মস্তিষ্ক জন্মের প্রথম থেকেই পরিণত থাকে। একেই অল্পবয়স্কের গ্রাহকটি প্রথম থেকেই তৈরি থাকে। ইন্ড্রের বয়স বৃদ্ধির সঙ্গে অল্পবয়স্কের গ্রাহকটি যখন থেকে তৈরি হয়, তখন থেকেই NE-এর সংস্পর্শে অ্যাডিনাইল সাইক্লোজের সক্রিয়তা লক্ষ্য করা যায়। গ্রাহকটিকে বিভিন্ন অবস্থায় পাওয়া গেলে এই কাজের আরও ভাল সমাধান পাওয়া যাবে বলে মনে হয়।

### চালচলনের সঙ্গে cAMP-এর সম্পর্ক

মস্তিষ্কে cAMP-র পরিমাণের সঙ্গে প্রাণীর চালচলনের কি সম্পর্ক—সে সম্পর্কে অনেক কাজ ইতিমধ্যে হয়ে গেছে। এইসব পরীক্ষার cAMP ব্যবহার না করে অধিকাংশ ক্ষেত্রে ডাইবিউটাইরিল cAMP ব্যবহার করা হয়, কারণ cAMP দেশীতে প্রবেশ করানোর কস্‌কোডাইএস্টারিজ তৈর অল্পবয়স্কের সাহায্যে ভেঙে যায়, কিন্তু ডাইবিউটাইরিল cAMP ভাঙে না।

Paul এবং তার সহকর্মীরা দেখিয়েছেন যে, উদ্ভাবনোপ্তিদের স্ত্রে cAMP-এর পরিমাণ বেশী থাকায় থাকে, কিন্তু বানান অংশে তুলে নেওয়া হয়। যোগীনের স্ত্রে cAMP-এর পরিমাণ কম থাকে। Abdulla এবং Hamada প্রায় ২৬ জন মহিলার উপর পরীক্ষা চালিয়ে তাদের স্ত্রে cAMP-এর পরিমাণের সঙ্গে বিভিন্ন চালচলনের কথা উল্লেখ করেছেন। এত

দেখানো হয়েছে যে, কতকগুলি ডেবজ, যেমন—L-dopa, MAO-inhibitors, amphetamine, phenobarbital এবং chlorpromazine প্রভৃতি ইন্ড্রের মস্তিষ্কে cAMP-এর পরিমাণ পরিবর্তন করতে পারে। প্রাণীর চালচলনের সঙ্গে cAMP-এর যে সম্পর্ক, তা বিভিন্ন পর্যবেক্ষণগতিক বিশদভাবে পর্যালোচনা করলে সহজেই বোঝা যাবে। এই ব্যাপারে প্রধানতঃ দু-রকম কাজ হয়েছে। একদল মস্তিষ্কের সাহায্যে মস্তিষ্কে cAMP সরাসরি প্রয়োগ করে দেখিয়েছেন যে, প্রাণীর চালচলনের সঙ্গে cAMP-এর সম্পর্ক রয়েছে। অন্য একদল প্রাণীর বিভিন্ন অবস্থায় স্ত্রে নির্গত cAMP-এর পরিমাণ মেনে অল্পবয়স্ক করেছেন যে, cAMP-এর পরিমাণ বাড়ানোর সঙ্গে প্রাণীর বচাবের একটা সম্পর্ক আছে।

ক) মস্তিষ্কে cAMP প্রয়োগ—cAMP যে বিভিন্ন উদ্ভাবক রসের বার্তাবাহকপে যেহেতু কোষে কাজ করে, তা আগেই উল্লেখ করা হয়েছে। আরও ভালভাবে তা জানা গেল মস্তিষ্কে cAMP প্রয়োগ করে। lateral ventricles, ventromedial hypothalamus, mesencephalic reticular formation প্রভৃতি মস্তিষ্কের বিভিন্ন স্থানে মাত্র 25μg পরিমাণ ডাইবিউটাইরিল cAMP প্রয়োগ করলে যদিও কোন বড় পরিবর্তন দেখা যায় না, কিন্তু 50 থেকে 100μg পরিমাণ প্রয়োগ করলে ইন্ড্রের গতিবিধিতে প্রচুর সক্রিয়তা লক্ষ্য করা যায়, যেমন—দেহের বিচলন বাড়তে, দেহপেশীর সংকোচন-প্রসারণের মাঝে বাড়তে। তৎক্ষণাত্বে যদিও ডাইবিউটাইরিল cAMP প্রয়োগ না করে উপায় নেই, কিন্তু লম্বুমস্তিষ্কে (Cerebellum) কস্‌কোডাইএস্টারিজ কম থাকায় সেখানে cAMP সরাসরি প্রয়োগ করা চলে। ডাইবিউটাইরিল cAMP বিভ্রাণের মস্তিষ্কে প্রয়োগ করলে ইন্ড্রের মস্তিষ্কে একই রকম লক্ষণ



দেখা যায়। যদিও বিড়ালের ক্ষেত্রে ডাই-বিউটাইরিল cAMP একবার reticular formation-এ প্রয়োগ করলেই বিড়ালের শরীরে বিঁচুনি হয়, কিন্তু অন্য কোন স্থানে প্রয়োগ করলে তেমনটি হয় না। এ থেকে মনে হয়, ইহুরের মস্তিষ্কে lateral ventricle কিংবা hypothalamus-এ এটা প্রয়োগ করলে ডাই-বিউটাইরিল cAMP reticular formation-এ প্রবেশ করে এবং ইহুরের ঘোঁষে বিঁচুনির উপশ্রব ঘটায়। ডাইবিউটাইরিল cAMP মস্তিষ্কের বিশেষ স্থানে প্রয়োগ করলে বিড়ালের চোপে-মুখের উত্তেজনা বেড়ে যায়। anterior hypothalamus-এ প্রয়োগ করলে ঐ লক্ষণটি আরও জোড়ালো আকার ধারণ করে। Amygdala's corticomedial nucleus-এ ডাইবিউটাইরিল cAMP প্রয়োগ করলে এমিক-ওমিক মাথা ঘোঁরাণো, সাঘনের পা শুটিয়ে নেওয়া এবং পিছনের পা টান করা ইত্যাদি স্বভাবের পরিচয় মেলে। মস্তিষ্কের যে সব স্থানে ডাইবিউটাইরিল cAMP প্রয়োগ করে এই ধরনের চালচলন লক্ষ্য করা গেছে, টিক তেমনটি লক্ষ্য করা গেছে ঐ সব স্থানে কেবল তড়িৎ-প্রবাহ পাঠিয়ে। বিড়ালের ক্ষেত্রে উল্লেখযোগ্য পর্যবেক্ষণ হলো একই ডাইবিউটাইরিল cAMP hypothalamus-এ প্রয়োগ করলে, যদিও উত্তেজক বস্তুরূপে কাজ করে কিন্তু লঘুমস্তিষ্কের fastigial nucleus-এ প্রয়োগ করলে শান্ত স্বভাব সৃষ্টি করে, এমনকি 5 থেকে 10 মিঃ পর বিড়ালের চালচলন এবং Electroencephalogram-এ (EEG) Non-rapid eye movement (NREM) বরা পড়ে। সুতরাং চালচলনের মূলে মস্তিষ্কের যে সব গঠন-প্রকৃতিগুলি কাজ করে, তারা cAMP-র সংস্পর্শে বিভিন্নভাবে সাড়া দেয়। কিভাবে মস্তিষ্কে ডাইবিউটাইরিল cAMP কাজ করে, সে সম্পর্কে খুব কমই জানা গেছে।

বড়চুঁহু জানা সম্ভব হয়েছে, তা হলো, এখন reserpine নামক ডেবজ প্রয়োগ করে ডাই-কোয়ের সক্রিয় NE নষ্ট করে তারপর ডাই-বিউটাইরিল cAMP প্রয়োগ করলেও পূর্ববর্ণিত চালচলনগুলি প্রতিকলিত হয়। আবার chlorpromazine নামক ডেবজ প্রয়োগ করে জৈব অম্লঘটক-গ্রাহকটিকে (Enzyme-receptor) এখন থেকে ঢেকে রাখবার পর ডাইবিউটাইরিল cAMP প্রয়োগ করলেও ঐ একই রকম স্বভাবের পরিচয় মেলে। সুতরাং বলা বাজ্জে, ডাইবিউটাইরিল cAMP দায়কোয়ের উত্তেজক রস জৈব অম্লঘটক-গ্রাহকের বেড়াখাল ভিত্তিতে কাজ করছে। তবে খুঁটিনাটি সবকিছু জানা এখনও সম্ভব হয় নি।

(খ) মস্তিষ্কে cAMP-এর পরিমাণ—মস্তিষ্কে cAMP বাড়ী-কমার সঙ্গে চালচলনের কি সম্পর্ক—সে সম্পর্কে কাজ সবে শুরু হয়েছে। জীবন্ত প্রাণীর মস্তিষ্কে cAMP-এর পরিমাণ মাপা সহজ কথা নয়। Dr. Delgado কর্তৃক উদ্ভাবিত chemitrodes এবং dialytrodes মস্তিষ্কে সরাসরি প্রবেশ করিয়ে অনেক কিছু জানবার সম্ভাবনা আছে, কিন্তু এখনও cAMP নিয়ে এই ধরনের কাজ শুরু হয় নি। আপাততঃ যা জানা গেছে, তা হলো বিভিন্ন অবস্থায় মূর্ছে cAMP-এর পরিমাণ কিভাবে বাড়ে বা কমে। দেখা গেছে 24 ঘণ্টার সংপূর্ণীত মূর্ছে cAMP-এর পরিমাণ সাধারণ অবস্থা থেকে উন্নাদ অবস্থায় বেশী থাকে। Abjulla এবং Hamada লক্ষ্য করেছেন যে, পরিণত বয়সে ঘেরেদের 24 ঘণ্টার সংপূর্ণীত মূর্ছে সূচ্য অবস্থায়  $2,232 \pm 565$  n moles cAMP থাকে, কিন্তু যে সব ঘেরেয়া নানা কারণে মানসিক শান্তি হারিয়েছে এবং প্রবলভাবে বিশাচক্ৰান্ত হয়েছে, তাদের 24 ঘণ্টার সংপূর্ণীত মূর্ছে চিকিৎসার পূর্বে cAMP-এর পরিমাণ হলো  $523 \pm 282$  n moles, কিন্তু ডেবজ



প্রয়োগ করে এদের যখন ভাল করা হয়, তখন ২৪ ঘণ্টার সংগ্রহীত মূত্রে cAMP-এর পরিমাণ থাকে  $1,282 \pm 123.5$  n moles/l. আজকাল imipramine, amitryptiline, nortryptiline প্রভৃতি ডেবজ বিভিন্ন রকম অবসাদে দুগুণে এমন বাহ্যিকের চিকিৎসায় প্রচুর ব্যবহৃত হচ্ছে। চর্চাও স্বভাবের বাহ্যিকের শাস্ত করতে পারে haloperidol নামক ডেবজটি। আরও অনেক ডেবজ আজকাল চিকিৎসা ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হচ্ছে। জানা গেছে imipramine, amitryptiline, nortryptiline প্রভৃতি ডেবজ কস্ফোডাই-এক্টারেজের সক্রিয়তা নিরস্ত্রণ করে মস্তিষ্কের বিভিন্ন স্থানে cAMP-এর পরিমাণ পরিবর্তন করে।

### cAMP-এর প্রাণ-রাসায়নিক ভূমিকা

এই ছোট্ট একটি অণু কিতাবে বিভিন্ন পরি-বর্তনের মূলে কাজ করছে তা প্রাণ-রাসায়নিক তত্ত্বে কিছুটা জানা সম্ভব হয়েছে। কতকগুলি বিশেষ প্রোটিনের সঙ্গে কস্ফরিক অ্যাসিডের সংযোজন হলো বিভিন্ন প্রাণ-রাসায়নিক পরি-বর্তনের প্রধান কারণ। প্রোটিনের সঙ্গে কস্ফরিক অ্যাসিডের সংযোজন ঘটে থাকে প্রোটিন কাইনেজ নামক জৈব অম্লঘটকের উপস্থিতিতে। এই জৈব অম্লঘটকের সক্রিয়তা নির্ভর করছে cAMP-এর উপর। প্রোটিন কাইনেজ অনেক রকমের আছে। মস্তিষ্কের প্রোটিন কাইনেজগুলি অত্যন্ত প্রচুর। প্রোটিন কাইনেজ থেকে আলাদা। cAMP সম্পর্কে প্রাণ-রাসায়নিক তত্ত্বে যে সব কাজকর্ম হয়েছে, তা বেশীরভাগ রাইকোজেনের ভাঙ্গাপড়া

এবং হিস্টোনের সঙ্গে কস্ফরিক অ্যাসিডের সংযোজন সম্পর্কিত।

(ক) হিস্টোনের সঙ্গে কস্ফরিক অ্যাসিডের সংযোজন—মস্তিষ্কে হিস্টোন নামক প্রোটিনের সঙ্গে কস্ফরিক অ্যাসিডের সংযোজন বিশেষ উল্লেখযোগ্য। হিস্টোন কাইনেজ নামক জৈব অম্ল-ঘটকের উপস্থিতিতে এই সংযোজন হয়ে থাকে।

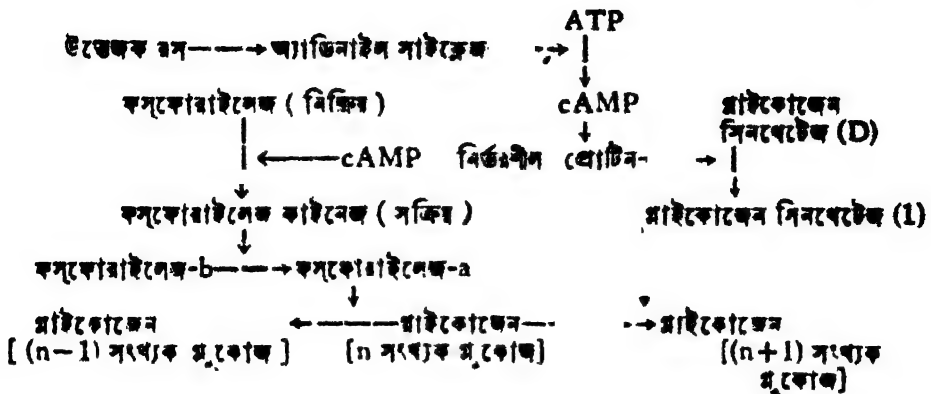
হিস্টোন + ATP  $\xrightarrow{\text{হিস্টোন কাইনেজ}}$

হিস্টোন-P + ADP.

যেথা গেছে cPMP হিস্টোন কাইনেজের সক্রিয়তা বাড়িতে পারে। আবার NEও হিস্টোন কাইনেজের সক্রিয়তা বাড়িতে পারে, কিন্তু সে ক্ষেত্রে NE প্রথমে অ্যাডিনাইল সাই-ক্লের সক্রিয়তা বাড়িয়ে অধিক পরিমাণ cAMP তৈরি করে এবং ঐ cAMP তখন হিস্টোন কাইনেজকে সক্রিয় করে তোলে। অনেক সময় হিস্টোনগুলি DNA-তে অবস্থিত নিউক্লিওটাইডের ভাঙ্গা ব্যক্ত করতে দেখা যা, কিন্তু হিস্টোনের সঙ্গে কস্ফরিক অ্যাসিডের সংযোজন হলে হিস্টোনের গঠন-প্রকৃতিতে পরি-বর্তন হয়, ফলে হিস্টোনের DNA-মুক্ত হয়। সঙ্গে সঙ্গে DNA-এর অপ্রকাশিত ভাঙ্গা নতুন বার্তাবাহ RNA-তে প্রতিফলিত হয়ে যায়। এরপর বার্তাবাহ RNA-এর ভাঙ্গা বিভিন্ন পরিবাহক-RNA-এর সাহায্যে অনুদিত হয়ে নতুন প্রোটিন তৈরি হয়। অনেকের মতে, মস্তিষ্কসম্পর্কিত ঘটনার মূলে হয়তো এই প্রাণ-রাসায়নিক বিক্রিয়াটির ভূমিকা আছে।

(খ) রাইকোজেনের ভাঙ্গাপড়া—cAMP রাইকোজেনের ভাঙ্গাপড়ার যেভাবে অংশ গ্রহণ করে তা সংক্ষেপে দেখানো গেল।





একদিকে কস্কোরাইলেজ নামক জৈব অম্ল-ঘটকের সাহায্যে গ্লাইকোজেন প্রথমে গ্লুকোজ-1-কস্কোটে ভেঙে যায়। এই কস্কোরাইলেজ জৈব অম্লঘটকটি দু-ভাবে থাকতে পারে,—কস্কো-রাইলেজ-a এবং কস্কোরাইলেজ-b। কস্কো-রাইলেজ-b, কস্কোরাইলেজ কাইনেজ নামক জৈব অম্লঘটকের সাহায্যে কস্কোরাইলেজ-a-তে পরিণত হয়। কস্কোরাইলেজ কাইনেজ আবার কস্কোরাইলেজ অবস্থার (সক্রিয়) এবং কস্কোরাইলেজ (নিষ্ক্রিয়) অবস্থার থাকতে পারে। একটি cAMP নির্ভরশীল প্রোটিন পাওয়া গেছে, যা নিষ্ক্রিয় কস্কোরাইলেজ কাইনেজকে সক্রিয় করে দিতে পারে। এভাবে ধাপে ধাপে গ্লাইকোজেনের ভাঙবার কাজটি চলতে থাকে। অপর দিকে গ্লাইকোজেন সংশ্লেষণে গ্লাইকোজেন সিনথেটেজ নামক জৈব অম্লঘটকটি অংশগ্রহণ করে। cAMP-নির্ভরশীল প্রোটিন কস্করিক অ্যাসিডের সঙ্গে গ্লাইকোজেন সিনথেটেজের সংযোগনে অংশগ্রহণ করে এবং নিষ্ক্রিয় গ্লাইকোজেন সিনথেটেজ (D) তৈরি করে। কিন্তু কস্কোটেজ নামক জৈব অম্লঘটকের সাহায্যে নিষ্ক্রিয় গ্লাইকোজেন সিনথেটেজ (D) কস্করিক অ্যাসিডমুক্ত হয় এবং সক্রিয় গ্লাইকোজেন সিনথেটেজ (I)-তে পরিণত হয়। সুতরাং দেখা যাচ্ছে গ্লাইকোজেন বর্ধন ভাঙতে থাকে, তখন গ্লাই-

কোজেন সংশ্লেষণ বন্ধ হয়ে যায়। অত্যাধিক বলা যায় cAMP-এর পরিমাণ কোবে বর্ধন করতে থাকে, তখন গ্লাইকোজেনের ভাঙাও করতে থাকে, কিন্তু গ্লাইকোজেনের সংশ্লেষণ বাড়তে থাকে।

### পাইনিরেল গ্রন্থিতে cAMP-এর ভূমিকা

অনেকে মনে করেন পাইনিরেল গ্রন্থি যান্ত্রিকের তাৎক্ষণিক নিয়ন্ত্রক গ্রন্থি। বহিঃ-বিশ্বের ঘটনাবাহিনীর সঙ্গে পাইনিরেল গ্রন্থি একটা সম্পর্ক আছে—এই ধারণাও অনেকের ছিল। পাইনিরেল গ্রন্থি সম্পর্কে কাজ খুব বেশী দিন হয় নি মূল হয়েছে, কিন্তু যে সব তথ্য পাওয়া গেছে, তাতে বিভিন্ন বিভিন্ন উদ্বেগবোধ্য নিয়ন্ত্রক হিসাবে পাইনিরেলের বর্ণিত ভূমিকা আছে বলে মনে হয়। ইকানীং দেখা যাচ্ছে, পাইনিরেলের বিভিন্ন কাজ নিয়ন্ত্রণে cAMP-এর বিশেষ উদ্বেগবোধ্য। বেনাটোনিং নামক উদ্বেগক রস একবার পাইনিরেলের সংশ্লেষিত হয়। cAMP আবার বেনাটোনিংয়ের সংশ্লেষণে কোন না কোনভাবে মূল। পিটুইটারি এবং পোনাডের কাজকর্ম, প্রাণীর উপর আলো এবং অন্ধকারের প্রভাব, বৌন সম্পর্ক প্রভৃতির নিয়ন্ত্রণ বেনাটোনিংয়ের বর্ণিত ভূমিকা আছে। বেনাটোনিং সংশ্লেষণ হাফাও আরও বহু



এয়োজনীয় বৌদ সংশ্লেষণে cAMP বিশেষভাবে জড়িত।

cAMP মুক্ত গ্রাহক+প্রোটিন কাইনেজ (সক্রিয়)।

### cAMP কিতাবে কাজ করে

cAMP কিতাবে বিভিন্ন প্রাণ-জাগারনিক গিক্রিয়ার অংশগ্রহণ করে—দে সম্পর্কে দু-রকম বক্ত আছে। একদলের মতে cAMP সিক্রে সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণ না করে কোষের ক্যাল-সিয়ামের পরিবাহনত পরিবর্তন ঘটিয়ে বিভিন্ন প্রাণ-জাগারনিক গিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে। অপর একদলের মতে, বিভিন্ন প্রাণ-জাগারনিক পরিবর্তনের মূলে বিভিন্ন প্রোটিন কাইনেজ জৈব অকৃতক জড়িত। আগার ঐ প্রোটিন কাইনেজ-গুলির সক্রিয়তা cAMP-এর উপর নির্ভরশীল। ইহাণীং কতকগুলি প্রোটিন কাইনেজ পাওয়া সম্ভব হয়েছে। দেখা গেছে প্রোটিন কাইনেজের সঙ্গে cAMP মুক্ত হলে সম্পূর্ণ প্রোটিন কাইনেজ থেকে একটি অংশ বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। বিচ্ছিন্ন অংশটি আসলে সক্রিয়। প্রোটিন কাইনেজে যে গ্রাহক (Receptor) অংশটি মুক্ত থাকে, তার সঙ্গেই cAMP মুক্ত হয়। এই সংযোগের ফলে পুরো প্রোটিন কাইনেজের গঠন-প্রকৃতিতে পরিবর্তন ঘটে, ফলে মূল প্রোটিন কাইনেজ থেকে সক্রিয় কাইনেজ অংশটি বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। গ্রাহকমুক্ত প্রোটিন কাইনেজ (নিষ্ক্রিয়) + cAMP →

উত্তেজক মনগুলি হয়তো প্রোটিন কাইনেজ এবং cAMP-এর মিলনে অংশগ্রহণ করে। হয়তো এভাবেই আণবিক ভাবে cAMP বিভিন্ন প্রাণ-জাগারনিক এবং দেহভিত্তিক পরিবর্তন-গুলিকে নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।

এই পর্বত বা আলোচনা করা হলো, তা থেকে পরিষ্কার হোকা যাচ্ছে এতদিন আদরা বহিঃ দেহকোষের বড় বড় অণু—দেমন প্রোটিন, DNA, RNA ইত্যাদি নিয়ে অনেক কথা বলেছি, কিন্তু দেহকোষের ছোট ছোট অণুগুলির ভূমিকা যে বর্ণে, তা এড়িয়ে চলা যায়ে না। cAMP-এর আবিষ্কার ও জীবের বিভিন্ন ঘটনা-বলীর সঙ্গে যে তাবে cAMP জড়িত, তা জীবকোষের আরও অভ্যন্তর ছোট অণুগুলি সম্পর্কে আমাদের ধারণার পরিবর্তন আনতে পারে। চিন্তা, ভাব, হিসেব, মানি প্রকৃতি দ্বারাবার মানব সমতা, বা সত্ত্বিকের বিভিন্ন গঠন-প্রকৃতিগুলির দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়, তা জানতে আজকের বিজ্ঞান-জগৎকে অনেক দূর নিয়ন্ত্রকগুলির মিকে মজর দিতে হবে। আমাদের বিখ্যাত Dr. Delgado কর্তৃক উদ্ভাবিত Chemitrodes এবং Dialytrodes-এর ব্যবহার এই ব্যপারে অনেক তথ্য প্রাপ্তে সম্ভব হবে।



## বিজ্ঞান-সংবাদ

### অল্প খরচে গৃহ নির্মাণ

অল্প আয়সম্পন্ন ব্যক্তিদের জন্যে অল্প খরচে গৃহনির্মাণের একটি পরিকল্পনা যুক্তরাষ্ট্র সরকার প্রণয়ন করেছে। এই সকল বাড়ী নির্মাণের জন্যে এরোজনের ইট পোড়ানো হয় না এবং কেলসে দেওয়া নানা অলঙ্কার জিনিষ, বেবন—কাচের টুকরা, বাগি, আসবেস্টস, সাধারণ রাসায়নিক দ্রব্যের সঙ্গে সিমেন্ট মিশিয়ে এই সকল ইট তৈরি করা হয়। এই প্রকার ইট নির্মাণের প্রক্রিয়াকে বলা হয় 'টেক প্রোসেন'। আমেরিকার অক্সিগা অফরাইজার ভ্যালভেন্টার 'টেক ইট' দিয়ে তিন কামরার একটি শোবার ঘর নির্মিত হয়েছে। এই সকল গৃহনির্মাণের জন্যে বিশেষ কোন যন্ত্রপাতি বা প্রক্রিয়া অবলম্বন করার প্রয়োজন হয় না। সমুদ্রের তলদেশ খনন করতে গিয়ে সেখান থেকে যে সকল উপকরণ পাওয়া যাচ্ছে, তাও এই প্রক্রিয়ার গৃহনির্মাণের কাজে লাগানো হচ্ছে। পেনসিলভ্যানিয়া অফরাইজার ভ্যালভেন্টার সাউন্টনট প্রোডাক্টস কর্পোরেশনের একটি শাখা সংস্থা কর্তৃক এই সকল অভিনব ইট উদ্ভাবিত হয়েছে।

### শল্যচিকিৎসার অভিনব ছুরিকা

যুক্তপাতিসীম শল্যচিকিৎসার উপযোগী এক প্রকার অভিনব অস্ত্র নিউইয়র্কের পদার্থ-বিজ্ঞানী লিট্টেলস বালান্দ্র কর্তৃক উদ্ভাবিত হয়েছে। সাধারণ শল্যচিকিৎসার শিরা-উপশিয়ার সুপ-সমূহ দাঁখতে হয়। কিন্তু এই অভিনব ছুরিকা দিয়ে অপারেশনের ক্ষেত্রে তার প্রয়োজন হয় না। এই ছুরির বলকে যে কম্পন সৃষ্টি করা হয় তাতে এর এক ইঞ্চি 5 হাজার ভাগের এক ভাগ স্থানে কম্পনের শক্তা প্রতি সেকেন্ডে 30

হাজার বার। অপারেশনের সময়ে অস্ত্র বস্তুর সংস্পর্শে আসিবার এতে যে ভাগের সৃষ্টি হয়, তাতে কাটা রক্তপ্রবাহের নালীর সুপ বন্ধ হয়ে যায়, রক্ত বেরিয়ে আসতে পারে না। কম্পনের শক্তা বাড়ানো ও কমানোর ব্যবস্থাও এর হাতলে রয়েছে। বর্তমানে এই ধরনের ছুরিকা দিয়ে পতীকা-নিরীকা চালানো হচ্ছে।

### মাছ ধরবার অভিনব কৌশল

আমেরিকার এরোস্পেন কর্পোরেশনের জুলিয়ান স্টন নামে অভিনব বিজ্ঞানী কর্তৃক মাছ ধরবার একটি প্রক্রিয়া ও সংগ্রাম উদ্ভাবিত হয়েছে। নৌকা করে বাবার সময় এই প্রক্রিয়ার সাহায্যে দিন ও রাত্রি যে কোন সময়ে মাছ ধরা যায়। এই প্রক্রিয়ার সমুদ্রের কোন একটি স্থানে গাছের ডালপালা, ছোট ছোট মাছের টুকরা ছিটকে রাখা হয়, তাহাড়া তাতে থাকে চমৎকার আলোর ব্যবস্থা। ছোট মাছ এই আলো দেখে বাবার লোতে সে দিকে ছুটে আসে এবং এই ডালপালার মধ্যে এসে আশ্রয় নেয়। ছোট মাছগুলিকে বেতে আসে আবার বড় বড় মাছ। সেখানে যে অভিনব আলু পাড়া থাকে, তাতে এসে সবাই চুকে যায়। জালের সুপ থাকে তিতরের দিকে। সেখান থেকে বেরিয়ে আসা আর সম্ভব হয় না। নব সৃষ্টি করে মাছগুলিকে এই স্থানে নিয়ে আসা হয়।

### পারমাণবিক শক্তির সাহায্যে

#### জুরোপীয় চিকিৎসা

বিনেসোটার একটি অভিনব পারমাণবিক শক্তি-চালিত একটি বয় উদ্ভাবন করেছে। জুরোপীয় কম্পন এর সাহায্যে চালু রাখা যায়। বাকানো নিউইয়র্ক হাসপাতাল কর্তৃক পারমাণবিক শক্তিতে চালিত



'পেনসেভার' নামে এই বস্তুটি রোশির বেহের অভ্যন্তরে স্থাপন করার পরিকল্পনা করেছেন এবং এভাবে হাসপাতাল কর্তৃপক্ষ যারিন পার-বাপনিক নক্তি কবিশনের নিকট আবেদন করেছেন। যে কোন ডেজক্রি বস্তুর ব্যবহার সম্পর্কে পারবাপনিক নক্তি কবিশনের অজ্ঞানত্ব-নাড়ের প্রয়োজন। 'পেনসেভার' যেভাবে একটি সিগারেটের বাজের মতন; পল্যাটিক্‌সকপ রোশির তলপেট কেটে রোশির বেহের ঐ স্থানে বা অন্য কোন স্থানে স্থাপন করে থাকেন। হৃৎ-কম্পন বজায় রাখবার জন্যে এই বস্তুটি এর আগেও রোশির বেহে স্থাপন করা হয়েছে এবং ব্যাটারীর সাহায্যে এটিকে চালু রাখা হয়েছে। ঐ সকল ব্যাটারী বেড় থেকে হৃৎবহরের বেশী কার্যকরী হয় না। তারপর এটিকে রোশির বেহ থেকে বের করে আনতে হয়। সুটোনিয়া-২৩৮ পারবাপনিক-নক্তির সাহায্যে চালিত এই 'পেনসেভার' বস্তু বস্তু বহুর পূর্ণাঙ্গ কার্যকরী থাকবে। এই বস্তু উক্ত কম্পন একটি বস্তু তারের সাহায্যে হৃৎ-বস্তু বাহিত হয়। বস্তুটির ৭২ বার হারে এতে কম্পনের বস্তু হয় এবং হৃৎবস্তুটিকে উদ্দীপিত করে থাকে।

শহরের জঞ্জাল অপসারণের অভিলষ ব্যবস্থা

ক্রেগনভিলের (ভার্জিনিয়া) শহরের একবার-নির নিবেটের কারখানাটি সম্প্রতি বন্ধ হয়ে যায় ও বহু লোক বেকার হয়ে পড়ে। কারখানা কর্তৃপক্ষ তখন অন্যভাবে কারখানাটিকে ব্যবহার করা সম্পর্কে ভাবতে লাগলেন। উপায় উদ্ভাবিত হলো এবং শহরে যে বস্তু ও আবর্জনা জমে ওঠে সে সকল আবর্জনাকে নিবেট তৈরি করার বস্তুপাতি সাহায্যে কাজে লাগানোর ব্যবস্থা হয়। কেবল একটি কারখানা নয়, তার জন্যে আর একটি কারখানাও স্থাপন করতে হয়। এর ফলে যে বস্তু ও আবর্জনা আবহাওয়াতে

কলুষিত করে, তা থেকে মুক্ত হওয়া তো পেনেট, অধিকন্তু বহু বেকারেরও কর্মসংস্থান হলো।

ঐ প্রক্রিয়ার নিবেট তৈরির একটি বস্তু আবর্জনাগুলিকে ভাঙা করা হয়। আর একটি বস্তু ঐ সকল আবর্জনার যে সব খাতন পদার্থ থাকে, তা পৃথক করা হয়। নিবেট তৈরির পূর্বণে চূড়ীতে ঐ সব খাতন পদার্থের সঙ্গে অন্য বস্তু মিশিয়ে একটি কৃত্রিম উপাদান তৈরি করা হয়। কয়লা বিচ্ছিন্ন করার ব্যাপারে এই সকল কৃত্রিম উপাদান ব্যবহৃত হয়। ঐ আবর্জনার বাকী অংশটুকুর মধ্যে যে সব জৈব ও অজৈব উপাদান থাকে, তাদেরও পৃথক করা হয়। জৈব উপাদানের সাহায্যে তৈরি হয় মিশ্রিত কৃষি সার। আর অজৈব উপাদান কারখানার চূড়ীতে তাপ উৎপাদনের জন্যে, বিদ্যুৎশক্তি উৎপাদনের জন্যেও এটি চালু রাখবার জন্যে ব্যবহার করা হয়।

কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে প্রাকৃতিক

সম্পদের সন্ধান

পৃথিবীর কোথায় সমুদ্রগর্ভে ও সমুদ্রের উপকূলবর্তী এলাকার কোন স্থানে তৈল ও অন্যান্য প্রাকৃতিক সম্পদ সঞ্চারিত রয়েছে, পৃথিবীর সম্পদসন্ধানী কৃত্রিম উপগ্রহ তার সন্ধান দিয়ে থাকে। ব্রহ্মদেশের উপকূলবর্তী এলাকার গালক অয়েল কর্পোরেশন নামে একটি জাহাজকে এই কাজে নিয়োগ করা হচ্ছে। ঐ জাহাজে যে সকল অটম বস্তুপাতি ও সাক্ষরসম্পাদ রয়েছে, সে সকল পৃথিবী প্রদক্ষিণকৃত কৃত্রিম উপগ্রহের সন্দেশ গ্রহণ করে যথানিদিষ্ট স্থানে প্রাকৃতিক সম্পদ সংগ্রহের জন্যে তৎপর হবে। এভাবে প্রয়োজনীয় সকল সাক্ষরসম্পাদ ঐ জাহাজে রয়েছে।

ক্ষীণ চৌম্বকীয় ক্ষেত্রের বই পড়বার

অভিলষ ব্যবস্থা

হামিল্টন, নিউইয়র্ক—অণু-উৎসেপন এনসার্জার



একটি বহনযোগ্য বস। এর সাহায্যে 14 ইঞ্চি দৈর্ঘ্য ও 9 ইঞ্চি প্রস্থের একটি পর্দার কুহককারে হাউসলেথা বা ছাপাখো যে কোন বিষয়বস্তু বহনকারে প্রতিক্রিয়া হয়। অক্লিষ্ট বা রেটিনার যে পরিমাণ আলোক এনে পড়লে যে কোন বিষয় স্পষ্ট হয়ে ওঠে, সেই পরিমাণ আলোক সরবরাহের এবং যে কোন বিষয় স্পষ্টভাবে পর্দার কুহক্রে তোলবার ব্যবস্থাও এই বস্ত্রে রয়েছে। সূত্রগত বায়ু প্রায় অস্বাভাবিক দৃষ্টিভঙ্গি বাদেই কন, তারি এই বস্ত্রের সাহায্যে এখন বই, পত্র পত্রিকা ইত্যাদি পড়তে পারবেন। এই বস্ত্রটির ওজন 14 পাউন্ড বাত।

#### আজব ঘড়ি

ঘটা বা মিনিটের কাঁটা ঘুরছে না অথচ সময় জানিয়ে তিচ্ছে—নতুন ধরনের এই নিরেট হাত ঘড়িতে একটি বোতাম টিপলেই লাল অথবা ঘটা ও মিনিট দেখা যাবে। আবার বোতামের উপর কাজল টিপে রাখলেই ঘটা মিনিটের অঙ্ক মুছে যাবে আর সেকেন্ডের সংখ্যা পাওয়া যাবে।

প্রচলিত আকারের এই আজব ঘড়ি গত মার্চ মাসে (1972) বাজারে বিক্রি হতে শুরু হয়েছে। কি করে যে ঘড়িটি চলে, তা কয়েক মাস পর্যন্ত জানা যায় নি। তারপর আমেরিকার পুলসার ডিভিশনের এইচ.এম. ডার্লিউ ইন্ডাস্ট্রিয় ইনকর্পোরেটেডের দু-জন অবিসারকে এই আজব ঘড়ির পেটেন্ট দেওয়া হলো ব্যাপারটি স্পষ্ট হয়। ঘড়িটির বস্ত্রপাতির মূল হলো একটি ফটিকের টুঙ্গা। টুঙ্গাটি প্রয়োজনমত নির্ভূৎ আকারে কেটে নেওয়া হয়। ফটিকের টুঙ্গাটি খুব ক্ষুদ্র ক্লিপিত হয়। একটি নির্দেশকের সাহায্যে এই ক্ষুদ্র ক্লিপন কবিরে নিয়ে প্রতি সেকেন্ডে একবার ক্লিপনে পরিণত করা হয়।

#### কম্পিউটারের সাহায্যে অস্ত্রোপচার

বড় বড় অস্ত্রোপচারে অস্ত্রকৃত্রিম্যক অ্যাবে-

হেসিয়া ওয়ুবে রোবটের উপর কি রকম প্রতিক্রিয়া হচ্ছে বা ওয়ুবে কতটা পরিমাণ ভাবের সঙ্গ হবে, তা কম্পিউটারের সাহায্যে চিকিৎসকেরা জানতে পারেন। আমেরিকার কেস ওয়েস্টার্ন রিজার্ভ ইউনিভার্সিটির চিকিৎসাসংক্রান্ত ইঞ্জিনিয়ার ও ইউনিভার্সিটি হাসপাতালসমূহের চিকিৎসকদের একটি দল 3) জন রোবটের ক্ষেত্রে এই ব্যবস্থা গ্রহণ করেছেন।

রোগীর হৃৎ, বাহ ও বাড়ের চাবড়ার সংবেদনশীল বস্ত্র স্থাপন করা হয়। সেগুলি ছৎ-পিণ্ডের কার্ভকলাপ সম্পর্কে বার্তা কম্পিউটারে পাঠিয়ে দেয়। প্রতিটি ছৎকম্পনের সঙ্গে সঙ্গে ছৎপিণ্ডের শক্তির একটি হিসাব কম্পিউটারে লিপিবদ্ধ হয়ে যায়। মিনেসোটার সেন্ট পলের ব্যাটারী ও ইলেকট্রনিক্স নির্মাতা ডক্ট ইন-ব্রপোরেটেডের সহযোগিতায় এই নতুন পদ্ধতিটি উদ্ভাবিত হয়েছে।

বস্ত্রটি এখন কেস ওয়েস্টার্ন রিজার্ভ ইউনিভার্সিটি হাসপাতালে পাওয়া যায়। এখন এটি একবারে একজন রোগীর ক্ষেত্রেই ব্যবহার করা যায়। আশা আছে যে, এটিকে এখনভাবে উন্নত করা যাবে—যাতে একসঙ্গে অনেকগুলি অস্ত্রোপচারের ক্ষেত্রে এই বস্ত্রটিকে ব্যবহার করা যায়।

হাসপাতাল ও বিশ্ববিদ্যালয়ের অ্যান্ডে-হেসিয়ার ডিরেক্টর ডাঃ জোয়াকিম এন্স প্র্যাক্টিক্যাল ইন মেন, বর্তমানে রোগীর নিয়ন্ত্রণের যে সব ব্যবস্থা রয়েছে, কম্পিউটার পদ্ধতি সে ক্ষেত্রে বৈপ্লবিক পরিবর্তন নিয়ে আসবে। বর্তমানে চিকিৎসকেরা অস্ত্রোপচারের পূর্বে রোগীর রক্তের চাপ ও ছৎকম্পন পরীক্ষা করেন এবং পরীক্ষা-মূলক বাজার অস্ত্রকৃত্রিম্যক ওয়ুবে ব্যবহার করেন। অবিকল্পিত উন্নত এই পদ্ধতিতে কি সফট বস্তুতে পারে—চিকিৎসক তা আদেই জানতে পারেন ও তা নিয়ন্ত্রণ করতে পারেন।



# কিশোর বিজ্ঞানীর দপ্তর

## বিলুপ্ত মহাদেশ

ঐতিহাসিক কোন্ অঙ্কার যুগে কয়েকটি ভোটখাটো দ্বীপ, উপদ্বীপ—এমন কি—একটি বিরাট মহাদেশও হয়তো অদৃশ্য হয়ে গেছে সমুদ্রের তল'র, বিজ্ঞানীরা দীর্ঘদিনের অনুসন্ধান ও গবেষণার ফলে এই সব বিলুপ্ত মহাদেশের অস্তিত্বের প্রমাণ সংগ্রহ করেছেন। মহাদেশগুলি যে স্থান পরিবর্তন করে—তা আজ থেকে প্রায় 100 বছর আগে বাইবানক নামে এক বিজ্ঞানী প্রথম লক্ষ্য করেন। তারপর 1914 সালে জার্মান বিজ্ঞানী ওয়েরগনার, আমেরিকার টেলার, ফ্রান্সের কাইভার এই বিষয়ে গবেষণা করে অনেক মূল্যবান তথ্য জানিয়েছেন। পরবর্তী কালে এ. এল. ড. ডাইভ এই মহাদেশীয় সঞ্চরণ (Continental Drift) তত্ত্বটি নানা প্রমাণাদির সাহায্যে প্রতিষ্ঠিত করেছেন।

হারিয়ে যাওয়া এই সব মহাদেশ সবচেয়ে গবেষণা খুব সাম্প্রতিক কালে শুরু হলেও পাশ্চাত্যের কয়েকটি মহাকাব্যে এই ধরনের একাধিক মহাদেশের উল্লেখ দেখা যায়। প্লেটো তার বিখ্যাত টাইমিয়াস গ্রন্থে আটলান্টিস নামে অখুনা লুপ্ত এমনি একটি মহাদেশের কথা লিখেছেন। বর্তমানে যেখানে জিব্রাল্টার প্রণালী অবস্থিত, সেইখানেই ছিল প্রাচীন আটলান্টিস। কোন এক সময়ে প্রচণ্ড ভূমিকম্পে সমগ্র মহাদেশটি নিশ্চিহ্ন হয়ে যায় ভূগর্ভ থেকে। জিব্রাল্টার প্রণালীর কাছাকাছি আটলান্টিক মহাসাগরের তলদেশে এখনো একটানা অনেকগুলি অগভীর অংশ দেখা যায়, প্রাচীন আটলান্টিস মহাদেশ যে জারগার মূল ভূখণ্ড থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে গেছে, সেই বরাবর এর একটা অংশ আজও তলের তলার কাছে বলে মনে হয়।

কোন কোন বিজ্ঞানীর মতে, বর্তমান বিশ্ববরাহর উত্তর দিকে প্রাচীনকালে দুটি বিশাল



ভূ-ভাগ ছিল। তার উত্তর ও দক্ষিণ অংশে হাটির নাম ছিল বশ্যাকরে লৌরেন্সিয়া এবং গণ্ডোয়ানা-  
নাল্যান্ড। আজকের সমগ্র ইউরোপ, এশিয়ান্ড, উঃ আমেরিকা এবং এশিয়ার কিছু অংশ  
লৌরেন্সিয়ার অন্তর্গত ছিল আর গণ্ডোয়ানাল্যান্ড বলতে বোঝাতো বর্তমান আফ্রিকা, দঃ  
আমেরিকা, অস্ট্রেলিয়া, মেরু অঞ্চল এবং আমাদের ভারতবর্ষ। এই দুই মহাদেশের মধ্য  
দিয়ে বয়ে যেত বিরাট টেবিল সাগর। বহু দিন আগে এই দুই ভূ-ভাগ একে সেই সঙ্গে  
টেবিল সাগরও লুপ্ত হয়ে গেছে। তবে বিশেষজ্ঞদের কেউ কেউ বলেন, আজকের ভূমধ্যসাগর  
প্রাচীন সেই টেবিলেরই একটা অংশ। প্রাগৈতিহাসিক কয়েকটি উদ্ভিদের জীবাশ্ম দেখেও  
বিশেষজ্ঞেরা প্রাচীন গণ্ডোয়ানাল্যান্ডের অস্তিত্বের কথা প্রমাণ করেছেন। গ্রাসপেট্রিস  
নামে হিমশীতল মেরু প্রদেশীয় এক শ্রেণীর গুল্মের জীবাশ্ম পৃথিবীর বিভিন্ন প্রান্তে বিস্তীর্ণ  
অঞ্চল জুড়ে পাওয়া গেছে; যেমন—দঃ ভারত, ব্রাজিল, আর্জেন্টিনা, মেরু অঞ্চল এবং  
অস্ট্রেলিয়া। বর্তমানে এই স্থানগুলির কয়েকটির মধ্যে দ্রুত সহস্রাধিক মাইল হলেও এক  
সময়ে এরা যে একটা অংশও ভূ-ভাগের অন্তর্গত ছিল, জীবাশ্মের এই বিস্তৃতিই তার অকাট্য  
প্রমাণ। প্রাচীন যুগের বিরাট আকৃতির হিমবাহগুলি গলতে শুরু করবার সঙ্গে সঙ্গে  
গণ্ডোয়ানাল্যান্ডও ক্রমে উত্তর দিকে সরে যেতে থাকে। এর প্রচণ্ড আকর্ষণের মুখে দঃ  
আমেরিকা, আফ্রিকা এবং আরও দুটি বিরাট ভূখণ্ড বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে। মূল গণ্ডোয়ানা-  
ল্যান্ডের অবশিষ্ট অংশটি আরও দক্ষিণে সরতে সরতে বর্তমান দঃ মেরুর কাছে হাজির হয়  
এবং সেখানকার সীমান্তীন পুরু বরফভূপের নীচে অদৃশ্য হয়ে যায় চিরদিনের জন্য। পরবর্তী  
কালে আধুনিক বয়সপাতি নিয়ে প্রবণোত্তর ধ্বনি-তরঙ্গের সাহায্যে ব্যাপক পরীক্ষা চালিয়ে  
বিশেষজ্ঞেরা দঃ মেরুর তলদেশে একটানা দীর্ঘ ফাটল এবং একাধিক বৃহৎ গহবরের সাক্ষাৎ  
পেয়েছেন। তাঁদের মতে, এগুলি বরফের নীচে হারিয়েযাওয়া প্রাচীন মহাদেশ গণ্ডোয়ানা-  
ল্যান্ডেরই ধ্বংসাবশেষ। ওরেগনাবও বলেছেন, বর্তমান পৃথিবীতে মেরুপ্রদেশ সমেত যে  
সাতটি মহাদেশ আছে, তার মধ্যে কেবল এশিয়া ও ইউরোপ বাতীত আর কোন মহাদেশের  
মধ্যে সরাসরি যোগ নেই, কিন্তু 37½ কোটি বছর আগে সমস্ত মহাদেশই ছিল পরস্পর  
জোড়া। এক অজ্ঞাত প্রাকৃতিক কারণে একদিন এর মধ্যে ফাটল দেখা দেয়, কলে সমস্ত  
মহাদেশটি কয়েকটি অংশে বিভক্ত হয়ে একে অপরের কাছ থেকে দূরে সরে যেতে থাকে।  
আজ থেকে 15 লক্ষ বছর আগে প্লিস্টোসিন (Pleistocene) যুগে মহাদেশগুলি আজকের  
স্থানে আসে।

বিশেষজ্ঞেরা দেখেছেন, একটা বড় কাগজকে কয়েকটা অংশে ছিঁড়ে নেবার পর ছেঁড়া  
টুকরাগুলি পাখাপাখি রাখলে সেগুলি যেমন ঝাঁজে ঝাঁজে মিলে যায়, ঠিকমত সাক্ষাৎ  
মহাদেশগুলির তটরেখাও তেমনি অক্লান্তভাবে একটার সঙ্গে আরেকটাকে বেমানান হতে  
দেওয়া চলে। দঃ আমেরিকার পূর্ব তটরেখা ও আফ্রিকার পশ্চিম তটরেখা এবং উঃ  
আমেরিকার পূর্বাংশ ও ইউরোপের পশ্চিমাংশ পাখাপাখি সাক্ষাৎ একটা কাগজের ছেঁড়া



ইস্রায়েল বড়ই হব্ব হিলে বার। ভারতের পশ্চিম তটরেখা ও লোহিত সাগরের নিকটবর্তী আফ্রিকার পূর্ব উপকূল পাশাপাশি রাখলে এমন খাপে খাপে মিলে যায় যে, মনে হতে পারে এক সময় এরা একই সঙ্গে যুক্ত ছিল। বিশেষজ্ঞেরা তাই মনে করেন, স্রুঙ্গ অতীতে কোন এক সময় এই মহাদেশগুলি একটি অখণ্ড ভূ-ভাগের অন্তর্গত ছিল, পরে বিচ্ছিন্ন হয়ে পরস্পরের থেকে দূরে সরে গেছে।

ভূতাত্ত্বিকদের মতে, বিভিন্ন সময়ে একটি নয়—একাধিক মহাদেশ বিলুপ্ত হয়ে গেছে সমুদ্রের গর্ভে। এর একটি ছিল প্রাচীন মহাসাগর অকলে। এটি দঃ আমেরিকা থেকে নিউজিল্যান্ড পর্যন্ত বিস্তৃত ছিল এবং এর সর্বোচ্চ সীমা ছিল ইস্টার্ন বীশপুঞ্জ। আরও এই ইস্টার্ন বীশে বিভিন্ন আকৃতির অনেকগুলি দ্বীপ ও সৌধ দেখা যায়। এগুলি কারা কবে কোন্ উপাদানে তৈরি করেছিল, তা এখনও জানা যায় নি। তবে ভূতাত্ত্বিকদের অনুমান, সমুদ্রের তলার বিলুপ্ত প্রাগৈতিহাসিক যুগের নাম-না-জানা মহাদেশের অধিবাসীরাই এই সৌধ-গুলির নির্মাতা। মহাদেশটি কবে নিশ্চিহ্ন হয়ে গেছে, কিন্তু কালের তর্জনী উপেক্ষা করে বিভিন্ন উপাদানে তৈরি এই সব ধ্বংসাবশেষ লক্ষ লক্ষ বছর পরেও তার স্মৃতি বহন করে চলেছে। দ্বিতীয় আরেক দল বিশেষজ্ঞের মতে, আফ্রিকার অস্ট্রেলিয়া, নিউজিল্যান্ড, নিউগিনি এবং এদের নিকটবর্তী ছোটখাট দ্বীপগুলি অতীত যুগে একটি অখণ্ড ভূভাগের অন্তর্গত ছিল, কিন্তু প্রাকৃতিক বিপর্যয়ের একের মহাবর্তী ভূমি মাঝে মাঝে সমুদ্রের তলার সরে গেছে, আজ তাই দেশগুলিকে পৃথক ও বিচ্ছিন্ন মনে হয়। তৃতীয় আরেকটি মহাদেশের অস্তিত্ব ছিল সম্ভবতঃ ভারত মহাসাগর অকলে; এটি ভারত মহাসাগর বরাবর ভারতবর্ষকে যুক্ত করেছিল আফ্রিকার সঙ্গে, অর্থাৎ অতীতে এক সময় ভারতবর্ষ ও আফ্রিকা মহাদেশ ছিল একটি নিবনজিন্ন ভূভাগ। তাছাড়া আরও একটি মহাদেশ আফ্রিকার মালয় উপদ্বীপের সঙ্গে মালাগাসি অর্থাৎ মাদাগাস্কারকে যুক্ত করেছিল বলে মনে করা হয়।

বিজ্ঞানীরা বলেন, মহাদেশগুলির ডাকা-গড়া ও স্থান পরিবর্তনের ক্রিয়া আজও চলেছে। হাভে-কলমে পরীক্ষা করে এর প্রমাণও তাঁরা পেয়েছেন। তাঁদের মতে, হিমালয় পর্বতশ্রেণীর উচ্চতা এমেরই বেড়ে চলেছে, নিকটবর্তী দেশগুলিতে এর প্রতিফলিত দেখা দিতে পারে; যেমন—এর কলে আরব, মঙ্গোলিয়া প্রভৃতি কয়েকটি দেশ যদি স্রুঙ্গ ভবিষ্যতে কোন দিন ভারতবর্ষের কাছাকাছি সরে আসে, তবে অবাধ হাশার কিছু নেই। পৃথিবীর উত্তর প্রান্তে অবস্থিত গ্রীনল্যান্ডের আবিষ্কার দৈর্ঘ্য মাপতে গিয়ে বিশেষজ্ঞেরা একটা অদ্ভুত ব্যাপার লক্ষ্য করেছেন। তাঁরা দেখেছেন, এই বিরাট দেশটি ইউরোপের মূল ভূখণ্ড থেকে প্রতি বছর ২৫ থেকে ৩০ গজ করে সরে যাচ্ছে। এভাবে ক্রমাগত দূরত্ব বাড়তে থাকলে কয়েক লক্ষ বছর পরে সমস্ত দেশটি ইউরোপ থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে বেশ কয়েক মাইল দূরে সরে যাবে, এমন অনুমান করা খুব ভুল হবে না।



## পারদর্শিতার পরীক্ষা

নৃ-বিজ্ঞান সংক্রান্ত ছ'টি প্রশ্ন নীচে দেওয়া হলো। প্রত্যেকটি প্রশ্নের সঙ্গে তিনটি করে উত্তর দেওয়া আছে—কোনটি সঠিক, তোমাদের বলতে হবে। তোমাদের উত্তর অনুযায়ী নৃ-বিজ্ঞানে তোমাদের ব্যুৎপত্তি সম্পর্কে মোটামুটি একটা ধারণা করে নিতে পারবে।

1. পৃথিবীতে মানুষের উৎপত্তি হয়েছিল

(ক) 25 থেকে 30 লক্ষ বছর আগে

(খ) 2.5 থেকে 3 কোটি বছর আগে

(গ) 25 থেকে 30 কোটি বছর আগে

2. বিবর্তনের দ্বারা আধুনিক মানুষের পূর্ববর্তী মানুষকে বলা হয়

(ক) ক্রো-মাগ্নন (Cro-magnon) মানুষ

(খ) নিয়ানডারথাল (Neanderthal) মানুষ

(গ) হোমো ইরেক্টাস (Homo Erectus)

3. আধুনিক মানুষের মস্তিষ্কের আয়তন হলো মোটামুটিভাবে 1500 ঘন সেন্টিমিটার।

(i) নিম্পাণ্ডীর মস্তিষ্কের আয়তন হচ্ছে প্রায়

(ক) 400 ঘন সেন্টিমিটার

(খ) 1200 ঘন সেন্টিমিটার

(গ) 2000 ঘন সেন্টিমিটার

(ii) ক্রো-মাগ্নন মানুষের মস্তিষ্কের আয়তন ছিল প্রায়

(ক) 1400 ঘন সেন্টিমিটার

(খ) 1500 ঘন সেন্টিমিটার

(গ) 1600 ঘন সেন্টিমিটার

4. (i) 1971 খৃষ্টাব্দে ভারতবর্ষের জনসংখ্যা ছিল মোটামুটিভাবে

(ক) 50 কোটি

(খ) 55 কোটি

(গ) 60 কোটি

(ii) এই খৃষ্টাব্দে পশ্চিম বঙ্গের জনসংখ্যা ছিল মোটামুটিভাবে

(ক) 4 কোটি

(খ) 4½ কোটি



(খ) ৫ কোটি

৫. (i) ১৯৭১ খ্রীষ্টাব্দে ভারতবর্ষের মোট জনসংখ্যার তুলনার সহকের জনসংখ্যার শতকরা হার ছিল আর

(ক) ২০

(খ) ২৫

(গ) ৩০

(ii) ঐ খ্রীষ্টাব্দে পশ্চিম বঙ্গের মোট জনসংখ্যার তুলনার সহকের জনসংখ্যার শতকরা হার ছিল আর

(ক) ২০

(খ) ২৫

(গ) ৩০

৬. ভারতবর্ষে ভাষা ও উপভাষার সর্বসম্মত সংখ্যা হচ্ছে মোটামুটি ভাবে

(ক) ৮৫

(খ) ৮৫০

(গ) ৮৫০০

(উত্তরের অন্তে ১২৫নং পৃষ্ঠা দেখ)

অস্বাভাবিক দাপট ও অসুস্থ বহু

সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার কিমিয়া, বালিকাতা-৭

## যুক্তি-বেগ

উপরদিকে কোন বস্তুকে ছুঁড়ে দিলে তা আবার পৃথিবীতেই ফিরে আসে। এর প্রধান কারণ পৃথিবীর আকর্ষণ অর্থাৎ অভিকর্ষ। কিন্তু একে এমন একটি বেগে উৎক্ষেপ করলে আর পৃথিবীতে ফিরে আসবে না, তখন বস্তুর পক্ষে পৃথিবীর আকর্ষণ কাটিয়ে ওঠা সম্ভব হবে। বস্তুর এই বেগকেই বলা হয় যুক্তি-বেগ (Escape velocity)।

পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, পৃথিবীর পৃষ্ঠে গ্র্যাভিটেশনাল পোটেন্সিয়ালের (Gravitational potential) মান  $-\frac{GM}{r}$ , যখন  $G$  = মহাকর্ষীয় ধ্রুবক,  $M$  = পৃথিবীর ভর,  $r$  = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ। কণাস্বক চিহ্ন এর বকীর কণাস্বক বর্ষ প্রকাশ করে। সুতরাং  $m$  ভরবিশিষ্ট বস্তুকে পৃথিবীর আকর্ষণ কাটিয়ে ওঠাতে প্রয়োজনীয় শক্তির (Work বা Energy) পরিমাণ ঐ  $m$  ভরবিশিষ্ট বস্তুর পৃথিবীপৃষ্ঠে ব্যাকাকালীন দ্বিগুণকির



(Potential energy) বেশী হওয়া প্রয়োজন।  $m$  ভরবিশিষ্ট বস্তু পৃথিবীপৃষ্ঠে থাকলে স্থিতিশক্তির পরিমাণ  $G \frac{Mm}{r}$ ।

এখন বস্তুটি যদি  $v$  বেগে উল্লম্বভাবে উপরদিকে উৎক্ষেপিত হয়, তবে তার গতিশক্তি  $\frac{1}{2}mv^2$ , এখন এই গতিশক্তির মান স্থিতিশক্তির বেশী হলে বস্তুটি পৃথিবীর আকর্ষণ কাটিয়ে উঠবে। এখন এই ক্ষেত্রে বস্তুটির বেগ যদি  $v_e$  হয় অর্থাৎ বস্তুটির মুক্তি বেগ যদি  $v_e$  হয়,

$$\frac{1}{2}mv_e^2 = G \frac{Mm}{r};$$

$$v_e^2 = 2GM$$

নিউটনের মহাকর্ষীয় সূত্র থেকে পৃথিবী ও ভূপৃষ্ঠে অবস্থিত  $m$  ভরবিশিষ্ট বস্তুর মধ্যে আকর্ষণ বল  $F$  হলে,

$$F = G \frac{Mm}{r^2}।$$

নিউটনের দ্বিতীয় গতিসূত্র থেকে  $F = mg$ .

$$\therefore g = \frac{GM}{r^2}।$$

$$\therefore v_e^2 = \frac{2GM}{r} = \frac{2GM}{r^2} \times r = 2gr$$

$$\therefore \text{মুক্তি-বেগ } v_e = \sqrt{2gr}$$

একশে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $r = 6321$  কি. মি. (Km), অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g = 980 \times 10^{-5}$  কি. মি./সেকেন্ড<sup>২</sup> (Km./Sec<sup>২</sup>)।

$\therefore$  পৃথিবী থেকে কোন বস্তুর মুক্তি বেগ  $(v_e) = \sqrt{2 \times 980 \times 10^{-5} \times 6321}$  কি.মি./সেকেন্ড  $= 11.2$  কি.মি./সেকেন্ড  $= 7$  মাইল/সেকেন্ড (বা 25,000 মাইল/ঘণ্টা)

সুতরাং কোন বস্তুকে 25,000 মাইল/ঘণ্টা বেগে উৎক্ষেপিত করলে তা আর কখনও পৃথিবীতে ফিরে আসবে না। সুতরাং পৃথিবী থেকে উৎক্ষেপিত কোন মহাকাশযানের পতিবেগ অন্ততঃ ঘণ্টায় 25,000 মাইল হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু এই বিপুল পতিবেগে আর একটি সমস্যার সম্মুখীন হতে হবে। তা হচ্ছে বাতাসের ঘর্ষণজনিত সমস্যা। বাতাসের সঙ্গে ঘর্ষণের ফলে মহাকাশযান অগ্নিপুড়ে ছাই হয়ে যাবে। এই জট্রে এখন দিকে মহাকাশযানের পতিবেগ অগ্নিকাকৃত কম রাখতে হয়। এভাবে তাকে বাতাসের স্তরটা পার করে নিতে হবে। তারপর এই বেগ ক্রমশঃ বাড়ানো হয় বাশে বাশে।

... দূর্ব ও বিভিন্ন এই-উপগ্রহের অভিকর্ষজ ত্বরণ ( $g$ ) ও ব্যাস বিভিন্ন হওয়ার ঐ সকল



এহে স্ক্টি-বেগের মান বিভিন্ন । নিরে চক্র ও পূর্বদহ গ্রহগুলিতে স্ক্টি-বেগ ও তাদের মান ও অতিকর্ষক ঘরণের মান দেওয়া হলো :—

গ্রহ, পূর্ব দূরত্ব পৃথিবী বকল বৃহস্পতি যদি ইউরেনাস বেলুস স্ক্টি-বেগ চক্র

চক্র

পদ ব্যাস

(কি.মি.) 5,000 12,400 12,742 6,870 133,760 115,100 51,000 50,000 12,700 1,390,600 3,476

অতিকর্ষক ঘরণ

(?)

(পৃথিবীর

স্থানাংক) 0°27 0°86 1°00 0°37 2°64 1°17 0°92 1°44 ? 28 0°17

স্ক্টি-বেগ

(কি.মি./

সেকেন্ড) 3°6 10°2 11°2 5°0 6°0 3°6 2°1 2°3 11°(?) 62°0 1°9

বহু পূর্বে পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলে হাইড্রোজেন বেশী ছিল। উত্তপ্ত থাকবার সময় বায়ুমণ্ডলের হাকা হাইড্রোজেন ও হিলিয়াম প্রকৃতি ধীরে ধীরে ক্রমাগত বায়ুমণ্ডল থেকে মহাকাশে চলে যায়। চাঁদ বা সৌর পরিণালের অপর গ্রহগুলির উপগ্রহে বায়ুমণ্ডল না থাকা বা অতি অল্প থাকবার কারণ উপগ্রহের ব্যাস ও অতিকর্ষক ঘরণ কম হওয়ার ভাবে স্ক্টি-বেগ অনেক কম। ফলে বায়ুমণ্ডলের প্যাসনবৃহ কম স্ক্টি-বেগ অতিক্রম করে উপগ্রহের বাইরে চলে যেতে সক্ষম হয়েছে। অপর পক্ষে পূর্বে স্ক্টি-বেগ অনেক বেশী হওয়ার হাইড্রোজেন প্রকৃতি হাকা প্যাস পূর্ব থেকে অভ্রম যেতে সক্ষম।

ঐনিকুলবিহারী বোকাই

## বিচিত্র ব্যাি িরিয়া

আমাদের এই পৃথিবীতে বারা বেঁচে আছে, তারাই বাতাস, জল প্রকৃতি বিভিন্ন স্থান থেকে অগ্নিকেন গ্রহণ করছে। অগ্নিকেন প্যাসই জীবকে বাঁচিয়ে রাখে।

কিন্তু কিছু কিছু এমন ব্যাি িরিয়াও আছে, বারা অগ্নিকেন হাড়াই বেঁচে থাকে। আজ সেই রকম কয়েক জাতীয় ব্যাি িরিয়ার কথা আলোচনা করা যাক। তবে তাদের সবচেয়ে আলোচনার আগে ব্যাি িরিয়া বলতে কাদের বোকার, সে সবচেয়ে একটু জানতে হবে।

ব্যাি িরিয়া বাগি চোখে দেখা যায় না—অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দেখতে হয়। এরা অনেক রকম যোগ সৃষ্টি করতে পারে। এদের পরীয়ে এক বা একাধিক কোষ থাকে।



কোন কোন জাতীর ব্যাক্টেরিয়া মোটেই নড়া-চড়া করতে পারে না; কিন্তু কেউ কেউ আবার নড়া-চড়া করতে পারে। অভিস্রবণ শোষণের বস্তু এক প্রকার লবণ, লব্ধ অংশ এদের নড়া-চড়ার সাহায্য করে। এগুলিকে ফ্লাজেলা (Flagella) বলা হয়।

অজিভেনের প্রয়োজন না হয়, এই রকম তিন জাতীর ব্যাক্টেরিয়ার নাম করা যেতে পারে; যেমন—1. এসকেরিশিয়া কোলাই (Escherichia coli), 2. থায়োস্পিরিলিয়াম (Thiospirillum); 3. ক্লস্ট্রিডিয়াম (Clostridium)।

এসকেরিশিয়া কোলাই নামক ব্যাক্টেরিয়ার অজিভেন দরকারে লাগে বটে, কিন্তু কোন কারণে যদি অজিভেন না পায়, তাহলেও এদের বিশেষ অনুবিধা হয় না। অজিভেন ব্যতীত এই সব ক্ষেত্রে এরা বেশ বেঁচে থাকে ও বংশবৃদ্ধি করে। অজিভেন হাড়াই অত্যন্ত প্যাসীর পদার্থের সাহায্যে এরা এদের মৈত্র প্রয়োজন মিটিয়ে নেয়।

থায়োস্পিরিলিয়াম নামক ব্যাক্টেরিয়ার অজিভেন একদম দরকারই হয় না। এরা বহু জলে থাকে এবং বিশেষ করে এমন বহু জল, যেখানে অজিভেন নেই। অবশ্য অজিভেন থাকলেও এদের কিছু ক্ষতিবৃদ্ধি হয় না। সুতরাং এদের কাছে অজিভেন প্যাসের কোন প্রয়োজন নেই।

ক্লস্ট্রিডিয়াম ব্যাক্টেরিয়ার ব্যাপার আরও অদ্ভুত। কেন না, এর আগে যাদের কথা বলা হলো, অজিভেনের দ্বারা তারা কোন রকম ক্ষতিগ্রস্ত হয় না। প্রথমটি অজিভেন নিজের কাজে লাগাতে পারে আর দ্বিতীয়টির কাছে অজিভেন অপ্রয়োজনীয়, কিন্তু ক্ষতিকারক নয়। ক্লস্ট্রিডিয়াম নামক ব্যাক্টেরিয়া অজিভেন প্যাসকে এড়িয়ে চলে। এরা গন্ধকপূর্ণ স্থানে থাকে। অজিভেন এদের কোন কাজেই লাগে না, অধিকন্তু এই প্যাস এদের কাছে রীতিমত বিষাক্ত। এরা যদি গ্রহুর অজিভেনসম্বিত কোন স্থানে গিয়ে পড়ে, তাহলেই সঙ্গে সঙ্গে মৃত্যুবরণ করে।

এখন যতাবতঃই একথা মনে হয় যে, আমাদের পৃথিবীতে যখন অজিভেন ব্যতিরেকেই কতকগুলি ব্যাক্টেরিয়া গৃহীতাবেই জীবনযাত্রা নির্বাহ করছে, তথা পৃথিবীর বাইরে বৃথ, শুষ্ক, হ্রদল প্রভৃতি অজিভেনশূন্য গ্রহে প্রাণের উৎপত্তি অসম্ভব নয়। পৃথিবীতে গ্রহুর অজিভেন থাকা সত্ত্বেও তার সাহায্য না নিয়ে যদি এসব ব্যাক্টেরিয়া বেঁচে থেকে বংশবৃদ্ধি করতে পারে, তবে অজিভেনশূন্য অত্যন্ত গ্রহ-উপগ্রহে উপযুক্ত পরিবেশে জীবনের অস্তিত্বের অভাব হবে কেন?

অন্যকি বৈশিষ্ট্যবাহী



## উত্তর

### ( পারম্পরিকতার পরীক্ষা )

1. (খ)

2. (ক)

[ জেন-ম্যাগ্নন বাহন, নিয়ানভার্ভাল বাহন এবং হোমো ইয়েটাস পৃথিবীতে বর্তমান ছিল যথাক্রমে প্রায় 50 হাজার বছর, 1 লক্ষ বছর এবং 5 থেকে 10 লক্ষ বছর আগে । ]

3. (i) (ক)

(ii) (গ)

4. (i) (খ)

[ 1971 খৃষ্টাব্দের লোকগণনা অনুযায়ী এই জনসংখ্যা ছিল 54,73,67,926 ]

(ii) (খ)

[ 1971 খৃষ্টাব্দের লোকগণনা অনুযায়ী এই জনসংখ্যা ছিল 4,44,40,095 ]

5. (i) (ক)

[ প্রসঙ্গত: উল্লেখ্য যে, 1921, 1951, 1961 ও 1971 খৃষ্টাব্দে এই হার ছিল যথাক্রমে 11'4, 17'3, 17'98 ও 19'87 ]

(ii) (খ)

[ প্রসঙ্গক্রমে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, 1961 ও 1971 খৃষ্টাব্দে এই হার ছিল যথাক্রমে 24'45 ও 24'59 ]

6. (খ)

## প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1. : ব্রুকাইটিস রোগ কি ?

কল্যাণজ্যোত চক্রবর্তী, 24-পরীক্ষা।

উত্তর 1: ব্রুকাইটিস শব্দটির অর্থ হচ্ছে ব্রুকাসের প্রদাহ। আমাদের খাসনাগী বৃকের পীড়নে হৃ-ভাগে বিভক্ত হয়ে বাস ও ডান ফুস্ফুসে প্রবেশ করেছে, যাদের বলা হয় যথাক্রমে বাস ব্রুকাস ও ডান ব্রুকাস। ব্রুকাস দুটি ফুস্ফুসের মধ্যে বিভিন্ন শাখা-প্রশাখায় ছড়িয়ে আছে।



এই ব্রহ্মস বখন তাইরাসের দ্বারা আক্রান্ত হয়, তখনই প্রদাহের সৃষ্টি হয়। ব্রাইটিস রোগের আক্রমণে অর, হাঁতেপায়ে যন্ত্রণা, বৃকে বাধা, অনবরত শুক কাশি ইত্যাদির লক্ষণ প্রকাশ পায়। এই রোগ থেকে নিউমোনিয়া—এমন কি, দার্বদিন স্থায়ী হলে এ থেকে বৃকের ও ফুস্ফুসের কঠিন অসুখ পর্যন্ত হতে পারে।

ডাক্তারদের বেং

• ইনস্টিটিউট অব রেডিও কিলিং অ্যাণ্ড ইলেক্ট্রনিক্স; বিজ্ঞান কলেজ, কলিকাতা-9

## বিবিধ

ডাক্তারকে বিজ্ঞান-চিত্র ও পুস্তক প্রদর্শনী

মেদিনীপুর জেলার ডাক্তার পত্রে গত 24 ও 25শে ডিসেম্বর (1972) কিশোর কল্যাণ পরিষদের বার্ষিক শিবির উপলক্ষে স্থানীয় জেলা প্রহাগার ডাক্তার-বিজ্ঞান-চিত্র ও বিজ্ঞানবিষয়ক পুস্তকের একটি প্রদর্শনীর আয়োজন করা হয়। প্রদর্শনীতে দাঃব্রহ্মসের চিত্রাভিযানের আলোকচিত্র, বকীর বিজ্ঞান পরিষদ কর্তৃক প্রকাশিত পুস্তকসমূহ এবং ছোট ছেলেরদের আঁকা ছবি স্থান পায়। 24শে ডিসেম্বর সভ্যর জেলা প্রহাগারিক শ্রীযুজ্ঞেন ভট্টাচার্য প্রদর্শনীর উদ্বোধন করেন। কিশোর কল্যাণ পরিষদের সহ-সভাপতি ও বকীর বিজ্ঞান পরিষদের কার্যকরী সমিতির সভাপতি ডাঃ হেবেজনাথ মুখোপাধ্যায় এই প্রদর্শনীর মাধ্যমে স্থানীয় ছেলে-মেয়েদের মনে বিজ্ঞান সম্পর্কে আগ্রহ সৃষ্টির কথা উল্লেখ করে বলেন—এই ধরনের প্রদর্শনীর আয়োজন করে আশ্রিত প্রহাগারিক সাধারণ দাঃব্রহ্মসের মধ্যে বিজ্ঞান-চেতনা জাগিয়ে তোলবার চেষ্টা করে আসছি। স্থানীয় ছেলেমেয়েরা এই প্রদর্শনী দেখে উৎসাহিত বোধ করলে আশ্রিতের প্রদর্শন সার্থক হবে।

প্রদর্শনীর সাক্ষ্য কাহনা করে বিজ্ঞান

পরিষদের সভাপতি জাতীয় অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু এবং কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের বিজ্ঞান বিভাগের জীন ডক্টর অসীমা চট্টোপাধ্যায় বে ভূমিমাগণী প্রেরণ করেন, তা সভায় পাঠ করেন শ্রীযুজ্ঞেন বন্দ্যোপাধ্যায়।

শ্রীযুজ্ঞেন চাভরায় বিজ্ঞান প্রদর্শনী

গত 30 ডিসেম্বর '72 থেকে 1লা জানুয়ারী '73 এই তিন দিন বরে শ্রীযুজ্ঞেন চাভরায় সভাপতি পদে নেবে কর্তৃত্ব ছোটদের আশ্রিতের উদ্বোধনে এক সন্ধ্যা এবং শিকড়ের পক্ষ বার্ষিক বিজ্ঞান প্রদর্শনী অহুষ্টিত হয়।

ইলেক্ট্রনিক্স, পদার্থবিজ্ঞান, জীববিজ্ঞান, জ্যোতির্বিজ্ঞান ও রসায়নবিজ্ঞান এই পাঁচটি বিভাগে প্রদর্শনীটি বিভক্ত ছিল। সবচেয়ে আকর্ষণীয় হয়েছিল ইলেক্ট্রনিক্স বিভাগে ইন্টারকমিউনিকেশন (আন্তঃসংযোগ প্রণা) দ্বারা এক জায়গা থেকে দূরবর্তী অত্র জায়গার কথাপোষণ আর খুব সহজে এবং খুব অল্প দাঃ ইয়ানজিউর ব্যাটারী এলিমেন্টের তৈরি।

জ্যোতির্বিজ্ঞান বিভাগে বিভিন্ন বস্তুর আলোক-বিকির মাধ্যমে 'জানুয়ারী-73'-এর প্রাথমিক



আকাশকে তিনিই দেখা হয়। এটি ছিল একেবারে নতুন এবং অতিমম্ব প্রচেষ্টা।

২য় স্থানী বীজের মডেল, ইউনিভার্সাল ক্যালেন্ডার, Paper chromatography এবং কলকাতার বিজ্ঞান ইণ্ডাস্ট্রিয়াল ও টেকনোলজিক্যাল মিউজিয়ামের লোকসংগৃহীত মডেলগুলি খুব চিত্তাকর্ষক হয়েছিল।

প্রদর্শনী উপলক্ষে প্রকাশিত বিজ্ঞান-বিষয়ক ক্ষুদ্র স্মারক পুস্তিকাটিও সুবন্দন হয়েছিল তিনদিন ধরে প্রদর্শনীতে বহু ছাত্রছাত্রী এবং সাধারণ দর্শকের সমাগম হয় এবং বৈজ্ঞানিক মডেল তৈরি এবং বিজ্ঞান প্রদর্শনীতে অংশগ্রহণ বিষয়ে ছাত্রছাত্রীদের মধ্যে বিশেষ উৎসাহের সঞ্চার হয়।

পরিবেশ দূষিতকরণ প্রসঙ্গে আলোচনা-চক্র

গত ১৪, ১৫ ও ১৬ ডিসেম্বর (১৯৭২) কলকাতার ভারতের পরিবেশ দূষিতকরণ প্রসঙ্গে ব্যাপক আলোচনার জন্তে একটি আলোচনাচক্র অনুষ্ঠিত হয়। দেশের বিজ্ঞানীরা এই আলোচনার অংশগ্রহণ করেন। প্রতিবেশী রাষ্ট্র বাংলা দেশের প্রতি-নিষিদ্ধ এতে উপস্থিত ছিলেন। এই আলোচনা-চক্রের উদ্বোধনা ছিলেন সি. এম. ডবলু. এ. সি. এম. ডি. এ. বাসবপুত্র বিশ্ববিদ্যালয়, কেন্দ্রীয় জন-স্বাস্থ্য ও প্রযুক্তিবিষয়ক গবেষণাগার এবং পশ্চিমবঙ্গ সরকারের জনস্বাস্থ্য বিভাগ।

এই আলোচনাচক্রের কিছুদিন আগে বার্কিন ফ্রান্সে বিজ্ঞান, মহাকাশ ও পরিবেশ বিষয়ক উপদেষ্টা বি: সাইমন বোরগিন কলকাতার এসে পরিবেশ দূষিতকরণ সম্পর্কে বিভিন্ন পত্রিকার বিজ্ঞান এডিনিটিভের সঙ্গে আলোচনা করেন। আলোচনা প্রসঙ্গে তিনি বলেন, কলকাতার বর্তমান অবস্থা পছন্দে দেখানো বহু লোক রাস্তার বর্ষাঙ্গ করে, সেখানে অর্ধটনটিক অবস্থার উন্নতি না হলে পরিবেশ দূষিতকরণ সমস্যার প্রতিকার করা কঠিন। শুধু জনবহুল নয়, কলকাতা হচ্ছে

বিশ্বের অন্যতম নগরবহন নগর। নগর পরিবেশকে দূষিত করে বায়ুবেশ শহীরের উপর দৃষ্টি করে। জন ও বাসিন্দা দূষিতকরণ সমস্যার সঙ্গে নগরবহন পরিবেশ দূষিতকরণ সম্পর্কে আদানের সচেতন হতে হবে।

লুনাখোদ-২-এর টাওয়ার বৃক্কে অবতরণ

মস্কো থেকে রস্টার এবং ইউ. এম. আর্টি কল্ক প্রচলিত সংবাদে প্রকাশ—লোভিত মহাকাশযান লুনা-২১ বরংকির চাক্ষুস লুনাখোদ-২-কে ১৬ই জানুয়ারী টাওয়ার বৃক্কে মানিয়ে নিয়েছে।

ইতিপূর্বে লুনাখোদ-১ টাওয়ার বৃক্কে যে গবেষণা শুরু করেছিল, লুনাখোদ-২ তার পুনরাবৃত্তি করছে। লুনাখোদ-২-এর ওজন ৪৪০ কিলোগ্রাম।

মানব-আবহাতিহীন এই মহাকাশযানকে গত ৪ই জানুয়ারী পৃথিবী থেকে পাঠানো হয়।

মস্কোর সহায়তার জগৎবার্তা

গতন থেকে রস্টার কল্ক প্রচলিত সংবাদে প্রকাশ—ভুক্তর অস্বাভাবিকতা নিয়ে যাতে কোন নিত না জন্ম, সেজন্তে যুক্তের একটি সেবা প্রযুক্তিসমানে অতি উন্নত যন্ত্রের একটি মস্কোর সহায়তা নেওয়া হবে।

সত্যনিষ্ঠ জড়যুক্তি হবে কিনা বা ভবিষ্যৎ-কালে তার যুক্তি-বিকৃতির কোন আশঙ্কা রয়েছে কিনা, কমেটোজাক-বাস-লোকটোবিটার মানে অতিমম্ব এই যন্ত্রে গর্তাশর থেকে নিঃসৃত রস বিস্তারণ করে আসেই তা বলে দিতে পারা যায়।

ফুইন চারলট ব্যাটারিহীন হাঙ্গপাতালের ভাঙারেরা বলেছেন, তীব্রী সত্যমের অস্বাভাবিকতা বুঝে যেহে করবার জন্তে আমরা একদিন যে যন্ত্র ব্যবহার করে এসেছি, তার দ্বারা গর্তাশর ৭ম সত্তা অতিক্রম না হলে কিছুই করা যায় না বা সবকিছু জটিল করা পড়ে না।

৪৬০০০ স্টারলিং ব্যয়ে নির্মিত এই যন্ত্রটি



সাহায্যে এর অনেক আগেই গুরুত্ব সত্যানের ভাবী  
জীবনের চিত্রটি উন্মোচিত করতে পারা যাবে।

### কৃত্রিম গাজিচর্চ

নতুন দিল্লি থেকে ইউ এন আই কর্তৃক  
প্রচারিত সংবাদে একথা—বাহুরের বাতাবিক  
গাজিচর্চের বিকল্প হিসাবে আমেরিকার কৃত্রিম গাজিচর্চ  
উন্মোচিত হয়েছে। গতকাল অগ্রিমত বাহুরের ক্ষতস্থানে  
চামড়া এবং সাধারণভাবে হোগীর নিভেরই  
চামড়া তার দেহের অভ্যন্তর থেকে তুলে এনে  
লাগিয়ে দেওয়া হয়। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে  
এতে সূঁচ কল পাওয়া যায় না। কৃত্রিম গাজি-  
চর্চের মধ্য দিয়ে বাতাস ও অন্তরী বায়ু দেহের  
অভ্যন্তরে প্রবেশ করলেও রক্ত বের হয়ে বাবে  
না। অথবা এই চামড়া তৈরি করে কোন হোগ-  
জীবাত্ম প্রবেশ করতে পারবে না।

### ভারতে জুগুপ্স তাপ ব্যবহারের উত্তোপ

নিউইয়র্ক থেকে পি. টি. আই কর্তৃক প্রচারিত  
সংবাদে একথা—জুগুপ্সের অভ্যন্তর তাপ থেকে  
বিদ্যুৎ-উৎপাদনের পক্ষে কোন্ কোন্ অকল  
সর্বাধিক উপযোগী হবে তা স্থির করার ব্যাপারে  
ভারতকে সহায়তা করার জন্য রাষ্ট্রপুঞ্জের একদল  
বিশেষজ্ঞ শীঘ্রই ভারতে আসছে।

ভারতের সেচ ও বিদ্যুৎ মন্ত্রকের কাছ থেকে  
অনুরোধ পেয়ে রাষ্ট্রপুঞ্জের প্রাকৃতিক সম্পদ ও  
পরিবহন বিভাগ তাদের সেখানে পাঠাচ্ছেন।  
উক্ত বিভাগের অধ্যক্ষ ডক্টর জোসেফ বারনিয়া

সম্মতি বলেছেন, চলতি শতাব্দীর শেষে সারা  
পৃথিবীতে বিদ্যুৎ ও শক্তির যে সর্বাধিক দেখা  
দিতে চলেছে, তার সমাবান হতে পারে যার  
একটি পথেই এবং তা হলো পৃথিবীর অভ্যন্তরীণ  
তাপ-শক্তিকে কাজে লাগানো। তিনি, আরও  
বলেন, বার্কিন সুজরাট্ট, সোভিয়েট ইউনিয়ন ও  
আফ্রিকা মহাদেশে হাফা আর মাজ দুটি  
দেশে এই অব্যবহৃত শক্তি-সম্পদ রয়েছে এবং  
দেশ দুটি হলো ভারত ও জাপান। চীনে এই  
সম্পদের পরিমাণ সম্পর্কে বহির্বিষে কিছুই জানা  
যেই।

ডক্টর বারনিয়া আরও বলেছেন, শক্তির এই  
নতুন উৎস কেবলমাত্র বিদ্যুৎই উৎপাদন করবে  
না, অপেক্ষাকৃত কম ব্যয়ে ব্যাপকভাবে গ্রাহ্য-  
কৃত্রিমনিং-এও এটির ব্যবহার চলেবে। সমুদ্র  
জলকে লবণমুক্ত করার ব্যাপারেও এর প্রয়ো-  
জনীয়তা থাকবে। ভারতের সেচ ও বিদ্যুৎ  
মন্ত্রক সারা দেশে 252টি উচ্চ প্রসবণ পুঁজে  
পেয়েছেন। এগুলি বিদ্যুৎ-শক্তির নতুন উৎস হয়ে  
উঠতে পারে এবং জনশক্তি ও কল্যাণ থেকে উৎপন্ন  
বিদ্যুতের সঙ্গে যুক্ত হয়ে ভারতকে সর্বাধিক  
সহায়তা করবে। উক্ত প্রসবণগুলি রয়েছে  
প্রধানতঃ বিহার, হিমাচল প্রদেশ এবং মহারাষ্ট্রের  
কোডপ এলাকায়। বেবেছুর বিহারে বয়েট  
কল্যাণনি রয়েছে এবং কল্যাণ তাপবিদ্যুতের  
প্রধান উৎস সেবেছুর এই জুগুপ্স তাপ  
ব্যবহারের ক্ষেত্রে অভ্যন্তর অকলকে অগ্রাধিকার  
দেওয়া হবে।

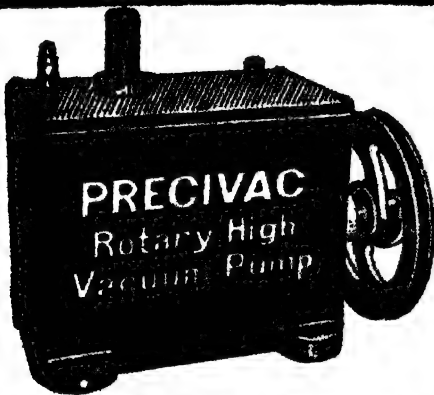
### প্রধান সম্পাদক—শ্রীমোশাভজ্ঞা স্ত্রীমোশা

ইন্ডিয়ানস্টার প্রকাশক কর্তৃক পি-23, মাদা মাদকক ট্রা, কলিকাতা-6 হাউসে প্রকাশিত এবং প্রকাশ  
37/7 বেঙ্গলস্ট্রীট, কলিকাতা হাউসে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত।



## বিবরণ-সূচী

বিবরণ	লেখক	পৃষ্ঠা
পণিত নিকার আধুনিকীকরণ	... পরিমলকান্তি বোহ	129
ভেদনকত বিকিরণ—তত্ত্ব ও প্রয়োগে	... ঐশ্বরীলালকান্তি সাহা	132
প্রাচীন ভারতের আবাসিক বিদ্যবিভাগের নগরী	... অবনীন্দ্রনাথ দে	138
ভৌত প্রকৃতি কি পরিবর্তনশীল ?	... ঐশ্বরীপূর্ণনারায়ণ দত্ত	143
আণেতিকভাবে প্রেরিত ক্রিয়াকলাপ	... লোহেন দাস	147
মোলকোর আয়তন নির্ণয় : একটি চীনা পদ্ধতি	... সিংহাশ্রিতবিদ্যল কলকাতাই ও মীতীশ পাণ্ডা	152
শিল্পের বোণ	... চিত্রাঙ্গদা চট্টোপাধ্যায়	153
বোলক-ব্যান-প্রক (K)	... সত্যেন্দ্রনাথ বোহা	157
সকল	...	161
পৃষ্ঠা : আধুনিক, সকল ও প্রকাশ	... ঐশ্বরী লক্ষী কল, ঐশ্বরীকান্ত দাস ও	
	... ঐশ্বরীকান্তবিন বোহ	166



**For Industry, Research  
Educational Institutes  
& Govt. Contractors**

**PRECIVAC ENGINEERING COMPANY**  
C/O: SRI. S. S. CHATTERJEE ROAD,  
CALCUTTA-12. PHONE: 40-000  
Rings: 1000000 GARDEN, RAJBARA,  
RA. BATA, DIST: 20 PAPERHALL.

## PYREX TABLE BLOWN GLASS WARE

আমরা পাইরেক্স কাঁচের-টিউব হাইড্রো  
সকল প্রকার বৈজ্ঞানিক গবেষণাগারের  
অতঃপার্যন্ত যন্ত্রপাতি প্রস্তুত ও সরবরাহ  
করিয়া থাকি।

শিল্প টিকানার অঙ্গলভান করুন :

**S. K. Biswas & Co.**  
137, Bowbazar St.  
Koley Buildings, Calcutta-12

Gram : Sorbhet.

Phone : 35-9915



## বিষয়-সূচী

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
আর্যবন-ভদ্র এবং জ্যোতির্পদার্থ-বিজ্ঞান	...	১৭২
চিঠি-পত্র	...	১৮১

### কিশোর বিজ্ঞানীর বস্তু

পৃথিবীর বস্তু	...	ঐহুকোয়ল দত্ত	১৮৩
পারদর্শিতার পরীক্ষা	...	অরুণাচল দাশগুপ্ত ও অরুণ বসু	১৮৫
আইনোটোপ	...	সেবাংক বোম	১৮৫
উত্তর (পারদর্শিতার পরীক্ষা)	...		১৮৭
এক ও উত্তর	...	তাবহুদার দে	১৯০

বিবিধ	১৯১
-------	-----

### Latest Calcutta University Publication

1. Bangla Abhidhan Granther Parichay, (1743-1867) ( বাংলা অভিধান গ্রন্থের পরিচয় ) ( ১৭৪৩-১৮৬৭ খ্র ) (in Bengali), by Sri Jatindra Mohan Bhattacharya. Royal 8 vo. pp. 336. 1970. Price Rs. 12.00
2. Brindabaner Chhay Goswami ( ব্রন্দাবনের ছায় গোস্বামী ) (in Bengali), by Dr. Nareshchandra Jana. D. 16 mo. pp. 336. 1970. Price Rs. 15.00
3. Collected Poems & Early Poems & Letters, by Sri Manmohan Ghose. Edited by Sm. Lotika Ghose. Royal 8 vo. pp. 320. 1970. Price Rs. 25.00
4. Early Indian Indigenous Coins, edited by D. C. Sircar. Demy 16 mo. pp. 184+1 plate. 1971. Price Rs. 12.00
5. Fundamental of Hinduism (2nd Edition), by Dr. S. C. Chatterjee. Demy 16 mo. pp. 220. 1970. Price Rs. 5.00
6. Foreigners of Ancient India & Lakshmi & Sarasavati in Art & Literature, edited by D. C. Sircar. Demy 16 mo. pp. 200+9 plates. 1970. Price Rs. 12.00
7. Govinda Vijay ( গোবিন্দ বিজয় ) (in Bengali), edited by Dr. Pijuskanti Mahapatra. D/Demy 16 mo. pp. 584. 1969. Price Rs. 25.00
8. Gopi Chandra Nataka, by Dr. Tarapada Mukherjee. Demy 16 mo. pp. 172. 1970. Price Rs. 10.00
9. Illusion and its Corrections, by Dr. Jatilcoomar Mukherjee. Royal 8 vo. pp. 334. 1969. Price Rs. 20.00
10. Mahabharat (Kavi Sanjoy) ( মহাভারত—কবি সঞ্জয় বিচিত্র ), by Dr. Munindrakumar Ghose. Royal 8 vo. pp. 1070. 1669. Price Rs. 40.00

for further details, please enquire :  
Publication Department, University of Calcutta  
48, HAZRA ROAD, CALCUTTA-19.



**SOME OF THE  
BASIC PRODUCTS  
MANUFACTURED  
BY US**

SACCHARIN  
PHENACETIN  
ETHYL OLEATE  
MENTHOL  
STEARIC ACID  
STEARATES  
OLEIC ACID  
GLYCERYL MONO-STEARATE  
ALSO OTHER PHARMACOPOEIAL,  
TECHNICAL CHEMICALS  
& LABORATORY REAGENTS

**THE  
CALCUTTA CHEMICAL CO. LTD.  
CALCUTTA 29**



আনান্দিব্যাল ব্যাল



গবেষণা, শিল্প ও শিকার বিভাগের প্রয়োজনীয়

দ্রব্যের পরিচালনা করা প্রয়োজনীয় :

সায়েন্সিয়া ইণ্ডাস্ট্রিজ (ইণ্ডিয়া) প্রাইভেট লিমিটেড

৩৪, ক্যানারী বাগান লেন

::

২, বর্ষভঙ্গা রোড

নাসিকিয়া, হাওড়া

ফোন : ৬৬-৩৫৪৬

বেলুচ, হাওড়া

# লেক্সিন

সর্বদমনের সুবিধাও মহোদয়,

সর্বপ্রকার সর্পবিষ নষ্ট করে।

কলেজের নির্ভরযোগ্য ঔষধ, প্রতিবেদক

হিসাবেও নিশ্চিত কল্যাণ।

লেক্সিন সকল সত্রাও দোকানে পাওয়া যায়।

**পি. ব্যানার্জি মিহিলায়, বিহার**

কলিকাতা অফিস : ১০৯ ডি, ভাদাশ্রমিক হুগলী রোড

কলিকাতা-২৬



# জ্ঞান ও বিজ্ঞান

ষড়বিংশতিতম বর্ষ

মার্চ, ১৯৭৩

তৃতীয় সংখ্যা

## গণিত শিক্ষার আধুনিকীকরণ

গণিতের উৎপত্তি দৈনন্দিন জীবনে তার প্রয়োগে—তারপর এসেছে তার তত্ত্ব। প্রাথমিক অবস্থা (বা যেন দীর্ঘকাল স্থায়ী ছিল) পার হওয়ার পরে গণিতে তত্ত্বের জ্ঞানসমৃদ্ধির প্রেরণা এসেছে কখনও প্রয়োগ থেকে আবার তত্ত্বের জ্ঞানের বিকাশ হয়েছে আগে এবং প্রয়োগ এসেছে অনেক পরে, এমন কি আর বর্ধ পড়াছো পরে। উদাহরণ, যথা—রীম্যানের (Riemannian) জ্যামিতি ও আইনস্টাইনের (Einstein) সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্ব (General theory of relativity)। প্রতি-ক্ষেত্রেই প্রয়োগ সব সময়ই অবিকতর এবং পটভূমির তত্ত্বের পথপ্রদর্শন প্রেরণা হুসিযেছে। গণিতের বিকাশে প্রয়োগ এবং তত্ত্বের জ্ঞান অকাঙ্ক্ষিতভাবে অঙ্কিত—গণিত প্রয়োগ ও তত্ত্বের জ্ঞানের সমন্বয়। তাই গণিত শিক্ষার সূক্ষ্ম

ভিত্তি স্থাপনে গণিতের এই উত্তর অঙ্গের স্ফ-সামঞ্জস্য থাকা প্রয়োজন। তা না হলে গণিত শিক্ষা অসম্পূর্ণ থেকে যাবে। অবশ্য সূক্ষ্ম ভিত্তি-স্থাপনের পর আসবে বিশেষজ্ঞ চৈত্রির শিক্ষার পালা। পরে আবার বিভিন্ন শাখার বিশেষজ্ঞদের পুনর্বিজ্ঞানে অনেক ভাল ফল পাওয়া যাবে। তাই প্রয়োজন বিশেষজ্ঞদের তরকার সজ্জাই নয় জ্ঞানসমৃদ্ধি সজ্জার সহযোগিতা—পরস্পরের পরি-পূরক হিসাবে।

গত ত্রিশ চল্লিশ বৎসরে গণিতের তত্ত্বের অঙ্গের ও প্রায়োগিক অঙ্গের—উভয়েরই অস্ব-সূর্য বিকাশ ঘটেছে। যা কিছু দিন আগে বিতর্ক তত্ত্ব বলে যেন হতো আজ তার প্রচুর প্রয়োগ হচ্ছে। প্রথম উদাহরণ হিচাবে বরি বুলীর বীজগণিত (Boolean algebra)—যদি কাল পরে বার প্রয়োগের কেন ছিল তত্ত্বের বিতর্ক ও বীজ



ও সমূহের বা সেটের (Set) তত্ত্ব; প্রযুক্তি-বিজ্ঞান তার প্রথম প্রয়োগ হলো বৈদ্যুতিক বর্তনীর তত্ত্বে এবং তারপর এই বর্তনী তত্ত্বের সুগাঠকামী প্রয়োগ হলো আধুনিক ইলেক্ট্রনিক যন্ত্রগণক গঠনে। বুনীর বীজগণিতের আধুনিক প্রয়োগ ক্ষেত্রের মধ্যে আছে সমাক্ষিতা, গাণিতিক ভাষাতত্ত্ব ইত্যাদি। অবশ্য একথা বলা প্রয়োজন যে, গাণিতিক ভাষাতত্ত্ব এখন আর শুধু তত্ত্বীয় ভাববিলাস নয়। যন্ত্রগণকের কার্য নির্দেশ সাধনীর বা প্রোগ্রামের ভাষার গবেষণা ও যন্ত্রগণকের সাহায্যে এক ভাষা থেকে অন্য ভাষায় অনুবাদের গবেষণাও এই গাণিতিক ভাষাতত্ত্বের আওতার পড়ে। দ্বিতীয় উদাহরণ হিসাবে বহি আধুনিক বীজগণিতের সসীম ক্ষেত্র তত্ত্বের (Theory of finite fields) প্রয়োগ কুটায়নের বা কোডিং-এর তত্ত্বে (Coding theory)। যন্ত্রগণকে, যেতার দ্বিবে দুব্ব বাপা কিংবা এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় সংকেতের সাহায্যে সংবাদ পাঠানো ইত্যাদিতে এই কুটায়ন তত্ত্বের প্রকৃত প্রয়োগ হয়েছে ও হচ্ছে। এই কুট (Code) ত্রুটিশোধক (Error-correcting)—প্রেরক-বহু থেকে গ্রাহক-বহু সংকেত বাওয়ার পথে কোন জঘন্যবাধ ঘটলে গ্রাহক-বহু তা বধা সম্ভব সংশোধন করে নেয়। বহু পনেনরো আগে সসীম ক্ষেত্র তত্ত্বের একপ প্রয়োগের কথা কেউ হয়তো কল্পনাও করেন নি। আনন্দের কথা এই যে, এই সব প্রয়োগের পবিত্রত্বের মধ্যে একজন বিদেশবাসী বাঙালীও আছেন—তার নাম অধ্যাপক রাজকজ বোস। তৃতীয় উদাহরণ হিসাবে বহি লেখ তত্ত্ব (Graph theory)—আজকাল এর প্রয়োগের ক্ষেত্র অতিপার ব্যাপক—বৈদ্যুতিক বর্তনী তত্ত্ব, যন্ত্রগণকের বিশ্লেষণ, যন্ত্রগণকের প্রোগ্রাম রচনা, ব্যংকির বহু তত্ত্ব বা অটোম্যাটা তত্ত্ব (Theory of automata), বিচ্ছিন্ন পরিচালনা তত্ত্ব, অপারেশনাল রিসার্চ

(Operations research), সাধারণভাবে কিবেরনেটিক্স বা সাইবারনেটিক্স (Cybernetics), সমাক্ষ-বিজ্ঞান, অর্থনীতি, প্রাণিবিজ্ঞা ইত্যাদি এর প্রয়োগ ক্ষেত্রের মধ্যে।

উপরে যে কয়টি উদাহরণ দেওয়া হলো সব কয়টিই বিচ্ছিন্ন স্থানির গণিত (Discrete mathematics) থেকে। অবিচ্ছিন্ন স্থানির গণিতেরও প্রকৃত বিকাশসাধন হয়েছে একই সময়ে, বিশেষ করে টপোলজির (Topology) ও ফাংশনাল অ্যানালিসিস্-এর (Functional analysis) এবং এদের প্রয়োগ ক্ষেত্র অবিচ্ছিন্ন বাধ্যয়ের বলবিজ্ঞা (Mechanics of continua) ও তত্ত্বীয় পদার্থবিজ্ঞা (Theoretical physics) হাফিরে প্রযুক্তিবিজ্ঞান বিভিন্ন শাখা অর্থনীতি, সম্ভব পরিচালনা তত্ত্ব ইত্যাদি পর্বত পৌছেছে মুকলপ্রস্থ হয়ে। যন্ত্রগণকের প্রলেন সাংখ্যিক বিশ্লেষণের (Numerical analysis) বিকাশে প্রচুর সার্থক প্রেরণা সুপিয়েছে।

এখন প্রশ্ন করা যেতে পারে যে, আমাদের রাজ্যে গণিতের নিকানানের উপর এই সব অগ্রগতির প্রতিক্রিয়া কিরূপ হয়েছে? প্রতিক্রিয়া হয়েছে অল্প কিছু, কিন্তু তা সাতকোত্তর তরেই সীমিত। অনাস-দাতক পাঠক্রমে এইসব অগ্রগতি লেনহাজ রেখাপাত করতে পারে নি। যখন দেখি যে, উত্তর ভারতের কোন বিশ্ববিদ্যালয় তার গণিতের অনাস-পাঠক্রমে বুনীর বীজগণিত এবং সমূহের বা সেটের তত্ত্ব, তর্কবিজ্ঞান ও বৈদ্যুতিক বর্তনীর তত্ত্ব তার প্রয়োগ পড়ানোর ব্যবস্থা করেছে এবং এই বৎসরই এই বিষয়ের পত্রিকা নিচ্ছে, তখন মনে হয় এই রাজ্যের গণিতের পাঠক্রম নির্যাক বোর্ডগুলির কর্ণারেরা কি করছেন। হাব অপাতির অক্লান্ত একেয়ে অলস। এই অপাতির মধ্যেই তো কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের কলিত গণিতের সাতকোত্তর পাঠক্রমের পরিবর্তন হয়েছে এবং হাব আকোলনের কলেই



বিভিন্ন গণিতের স্নাতকোত্তর পাঠ্যক্রম আধুনিক করার দিকে এগোনো সম্ভব হয়েছে—বহিঃ এবং এই উভয়েরই বাহ্যিক পরিবর্তন কিছুটা অনসূরি হয়েছে।

অন্ততঃ আধুনিক হওয়ার ক্ষেত্রেই কতকগুলি পরমপ্রাণী পরিবর্তনে কোন সন্দেহ নেই না। এর উদাহরণ আমরা দেখতে পাই কেন্দ্রীয় বিভাগগুলির উচ্চতর জ্যেষ্ঠ পাঠ্যক্রমে বিশেষ করে জ্যামিতিক পাঠ্যক্রমে। জ্যামিতি সেট, ক্যাম্পন বুলি অনেক বিধে আর অর্জন করেছে কিছু কিছু আধুনিক গাণিতিক চিহ্ন (Mathematical symbol) সজে পরিচয়। অস্ত্র আমরা একটা ঘোটেই বলতে চাইছি না যে, তারা গণিতের আধুনিক ভাষার সজে ঘোটেই পরিচিত হচ্ছে না। তারা এই ভাষার সজে অবতীর্ণ কিছু ভাষা ভাষা পরিচয় লাভ করেছে। অপর দিক থেকে তারা হারাচ্ছে অঙ্ককমার/সমতা সমাধানের ক্ষমতা ও গণিতের প্রয়োগের ক্ষমতা। প্রযুক্তিবিদ্যার প্রতিষ্ঠানগুলির গণিতের অধ্যাপকেরা এটা আশঙ্কায় সজে লক্ষ্য করেছেন এবং তাঁদের এই অভিজ্ঞতা যাবে যাবে প্রকাশ করে থাকেন। আশা করি, কর্তৃপক্ষ তাঁদের পাঠ্যক্রমের প্রয়োজনীয় সংশোধন করবেন। আমাদের দেশে বিভিন্ন কেন্দ্রে বিভাগের গণিত শিকার আধুনিকীকরণ সম্বন্ধে গবেষণা চলছে। আমাদের রাজ্যে বায়বীয় বিশ্ববিদ্যালয়ে এমন একটি কেন্দ্র আছে। আশা করি, এই সব কেন্দ্র থেকে কর্তৃপক্ষকে সুচিন্তিত সুপারাম্প দেওয়া হবে।

কেউ কেউ অস্ত্র বলে থাকেন যে, গণিত শিকার কি কেবল প্রয়োগের ক্ষেত্রে? এই শিকার কি নিজস্ব কোন সার্থকতা নেই? গণিত শিকার যে নিজস্ব সার্থকতা আছে, তা অনস্বীকার্য। তবু বেশীর ভাগ ক্ষেত্রে কেন্দ্রে গণিত শিকার মূল্য প্রয়োগে। বিশেষ করে বাস্তব জীবন জ্যেষ্ঠ পর্যন্ত পর্যন্ত বিভাগের পড়াশুনা শেষ করবে, তাঁদের

বৈজ্ঞানিক প্রয়োজনের গণিত দেখাতে হবে বড়টা সম্ভব এবং এই প্রয়োজনীয় গণিতের মাধ্যমে তাঁদের আধুনিক গণিতের ভাষার সজে পরিচয় ঘটতে হবে। পরবর্তী পাঠ্যক্রমেও প্রয়োগের প্রয়োজনের দিকে বেশ দৃষ্টি রাখতে হবে। কেননা অস্ত্র বৈজ্ঞানিক বিষয় ভাল করে দেখবার ক্ষেত্রে গণিতের বিশেষ প্রয়োজন এবং এই সব বৈজ্ঞানিক বিষয়ের ক্ষেত্রে কাছে গণিত একটি হাতিয়ার। তবুও সজে সজে রাখতে হবে বিমূর্ত গণিতের (Abstract mathematics) ভাষার সজে সার্থক ও সার্থক পরিচয়। এটা যে সম্ভব, তা কোন কোন দেশের এই স্তরের আধুনিক পাঠ্যপুস্তক দেখলেই বোঝা যাবে। বিভাগের পর বিশ্ববিদ্যালয়ের আওতার এসে গণিত-পঠন-পাঠনে বিমূর্তন (abstraction) ও মূর্তন (concretization) চলবে লগ্নি তালে সর্বাধুনিক প্রয়োগগুলির দিকে যথাসম্ভব দৃষ্টি দেবে। সকল স্তরের গণিতের শিকারে দৃষ্টি রাখতে হবে—কি করে তারকে দেখানো যায় যে, কতভাবে একটি সমস্যা গাণিতিক রূপ দেওয়া যায়, তাকে বিশ্লেষণ করা যায় এবং সেই গাণিতিক সমস্যার সমাধানটিতে কি অর্থ আন্টোপ করা যায়। বিভাগের খুব নীচু জ্যেষ্ঠ থেকেই এই শিকার দেওয়া সম্ভব খুব লম্বা সমস্যা নিয়ে। তারপর বয়স ও জ্ঞান বাড়বার সজে সজে জটিলতর সমস্যার দিকে এগোতে হবে। আমাদের দেশের বর্তমান উন্নয়নশীল দেশে এইরূপ গণিত শিকার প্রয়োজন সর্বাধিক। তবু বিমূর্ত গণিতের বিশেষজ্ঞ ঠিকর পালা আসবে অসামান্য পাঠ্যক্রমের শেষের দিকে বা স্নাতকোত্তর পাঠ্যক্রমে। আমাদের দেশের প্রয়োজনের দিকে এখন দৃষ্টি রাখতে হবে। অঙ্গের বেশগুলির অঙ্গ অঙ্গকরণে লাভের চেয়ে কতিপই হবে বেশী।

গণিতশিকারী ঘোষ



# চেরেনকভ বিকিরণ—তত্ত্ব ও প্রয়োগে

ঐক্যলভি সাহা

## আদিপর্ব

পবেষণাকালে ক্রীণ এক নীলাভ বিকিরণ দেখে চেরেনকভ উদ্ভীষ্ট হন। কিন্তু না, এই বিকিরণের রহস্য তখন নাকি আর অজ্ঞাত নয়। তেজস্ক্রিয় পদার্থের মৌলিক পবেষণায় নিরত বহু বিজ্ঞানী নাকি এ বিকিরণকে পর্ববেষণ করে এর অস্ত-নিহিত সত্যকে উপলব্ধি করেছেন। তাঁদের সাধিক সিদ্ধান্ত—এটি তেজস্ক্রিয় মৌল নির্গত এক অতি পরিচ্ছিন্ন রশ্মি। বাস্তবিকপক্ষে, সময়ের সেই সন্ধিক্ষণে বিজ্ঞানজগতের অনেকেই কৌতূহলী ছিলেন পদার্থের প্রতিপ্রভা (Fluorescence), অহপ্রভা (Phosphorescence), তেজস্ক্রিয়তা (Radioactivity) ও সংশ্লিষ্ট বিষয়গুলিতে। যে কোন বিকিরণকে অবলীলাক্রমে তখন তাঁরা তেজস্ক্রিয়তা-জনিত বলে বিচার করতে কুটিত হতেন না। জনশ্রুতি আছে যে, মাদাম কুরী যত প্রতিভামयी বিজ্ঞানীও এই বিষয়ে সন্মত পোষণ করতেন। এক্ষণে বিজ্ঞানের নূতন এই ধারার কাজ করতে বিজ্ঞানীদের অনীহা ও অতিশয় স্পন্দনশীল ও উত্তেজনার আলোক নিঃসরণের অভাবে চেরেনকভ বিকিরণের আবিষ্কার প্রাথমিকভাবে ব্যাহত হয়।

যা হোক, প্রচণ্ড প্রতিভুলতার মধ্যে প্রথম সাহসিকতাপূর্ণ পরিক্ষণ বিজ্ঞানী ম্যালোটের। তিনিই প্রথম বলিষ্ঠভাবে প্রমাণ করেন যে, তেজস্ক্রিয় উৎসের নিকট দ্রুত গতিতে যত্ন সহিত থেকে নির্গত রশ্মি নিয়তই একই নীলাভ দ্ব্যতিসম্পন্ন এবং এর বর্ণালী অবিচ্ছিন্ন (Continuous)। প্রতিপ্রভাজনিত রৈখিক বা পট্ট পর্টারের নদে এর কোন সাদৃশ্য নেই বা অস্বাভাবিক নদেও

ম্যালোট এই পবেষণাকার্যে বেশী দূর অগ্রসর হন নি বা এ বিকিরণের উৎস সম্পর্কে কোন তাত্ত্বিক ব্যাখ্যাদানে প্রবৃত্ত হন নি। আভাবিক কারণে তারপর এই পবেষণার ধারার কিছুটা বহুতর ভাব দেখা দেয়। কিন্তু সৌভাগ্য-বশতঃ 1938 সালে চেরেনকভ যখন ইউরানিয়ন দ্রবণে আলোর প্রতিপ্রভা নিয়ে পবেষণায় নিরত ছিলেন, তখন এই নূতন বিকিরণের লক্ষ্য পান এবং প্রাধাণ্যতার দাপকাট্টিতে বিচার করার মানসে ধারাবাহিকভাবে পবেষণাকার্যে ব্যাপ্ত হন। তাঁর উত্তম মানের পরীক্ষাকার্য সকল হয়েছিল। সংশ্লিষ্ট বিষয়ে জ্ঞান ও টানের তত্ত্ববদ্ধ কল ও চেরেনকভের পরীক্ষালব্ধ কলা-কলের মধ্যে অপরূপ সাদৃশ্য দেখা যায় এবং তাঁরা তিনজন নোবেল পুরস্কার লাভ করেন। এরপর এই ঘটনাকে কোরাটোর তত্ত্বের দৃঢ়ত্বের উপর প্রতিষ্ঠিত করার জন্তে গিনসবার্গের অবদান নিঃসন্দেহে অপরিণীয়।

## বিকিরণের মূল নীতি

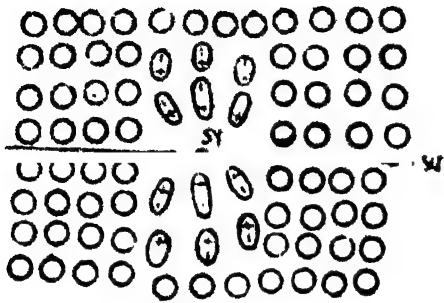
পাণ্ডের দ্রুত গতিতে বাইরে থেকে প্রবেশ বিকিরণের মূল নীতি একই পর্যালোচনা করাই বোধ হয় জের হবে।

মনে করা যাক, কোন বস্তু মাধ্যমের দ্বারা দিয়ে একটি ইলেকট্রন অগণকাত বহু গতিতে চলমান, ইংলিষে প্রচণ্ড বৃত্তান্তি মাধ্যমের দ্বারীম পরমাণু এবং কণ ইলেকট্রনের গতিপথ। সাধারণ অবস্থায় পরমাণুগুলির আকর্ষণ ঘোঁটামুটি মোলাকায়ে

০ কনিষ্ঠ পরমাণুবিজ্ঞান, বিজ্ঞান কলেজ,



এক অধিকত। কিন্তু ইলেকট্ৰনটোৰ এডায়ে  
এৰ দ্বাৰিহে আসা পৰমাণুটোৰ বৰ্ধৰ পৰিৱৰ্তন  
হয় এবং অকস্মাতকৈ। যেনে কৰা দাঁক,  
নিৰ্দিষ্ট কোন সময়ত চলমান ইলেকট্ৰনটোৰ অবস্থান-  
বিন্দু ন। এই ক্ষেত্ৰে গ বিন্দুৰ চকুৱিকৈ



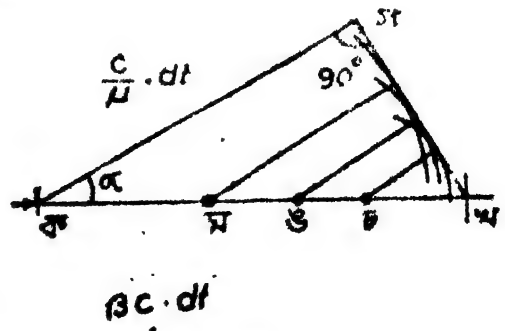
১নং চিত্ৰ

পৰমাণুটোৰ বস্তুতক আধানগুলি আৱৰ্তিত  
হয়ে ক ব-ৰেখাৰ দিকে এবং বস্তুতক আধানগুলি  
ৰেখাৰ বিপৰীতমুখী হয়; অৰ্থাৎ গ বিন্দুৰ  
চকুৱিকৈ দ্ব্যধাৰীকৈ কিছুটা অংশৰ সমবৰ্তন  
(Polarisation) হয়। সমবৰ্তিত অংশৰ  
পৰমাণুগুলি চিত্ৰে প্ৰদৰ্শিত যত বিবেকভাৱে  
(Dipole) ব্যৱহাৰ কৰে। জুড়এৰ এটা স্পষ্টতঃই  
প্ৰতীকমান হৈছে যে, চলমান আহিত কণিকাটি  
যদি ইলেকট্ৰন হয়, তবে বিবেকভাৱে বস্তুতক  
যেকোন বিকল্পিত হয়ে বিপৰীতমুখী এবং বস্তুতক  
যেকোন আকৃষ্ট হয়ে ইলেকট্ৰন-পতিপথৰ দিকে  
হয়। কিন্তু চলমান কণিকাটি যদি পজিট্ৰন  
(Positron) বা প্ৰোটন হয়, তবে দ্ব্যধাৰে  
পৰমাণুগুলি সম্পূৰ্ণ বিপৰীত বৰ্ধ প্ৰদৰ্শন কৰে। এই-  
ৰূপে দ্ব্যধাৰে যথো চলমান কণিকাৰ উপস্থিতি  
অন্তে পতিপথৰ চকুৱিকৈ দ্ব্যধাৰে বিভিন্ন অংশ-  
গুলি দুব কৌণ ডাক্কুৱকীৰ দ্বাৰে (Electro-  
magnetic pulse) প্ৰদৰ্শন অকৃতকৰে। কিন্তু  
সমবৰ্ত্তৰ সম্পূৰ্ণ প্ৰতিসাম্যতাৰ (Symmetry)

বৰ্ধন কোন বিকল্পিত হওঁ না। এইক্ষেত্ৰে বিগলন  
(Azimuth) এবং ঘূৰ্ণিক (Axis) উভয়তঃই  
প্ৰতিসাম্যতা বজায় থাকে।

কিন্তু যদি চলমান আহিত কণিকাটি ক্ৰান্তদ্বী  
অৰ্থাৎ দ্ব্যধাৰে আলোৰ পতিপথৰ সমবৰ্ত্তন হয়,  
তবে চিত্ৰটি সম্পূৰ্ণ ভিন্ন ৰূপ হব। একেধাৰে  
বিগলনজনিত প্ৰতিসাম্যতা বজায় থাকিলেও ঘূৰ্ণিক  
বৰ্ধনৰ লগি ক্ষেত্ৰ (Resultant field) অকৃতক  
হয়, যা ইলেকট্ৰনটোৰ পতিপথৰ পৰা বহু দূৰত  
পৰিণতিত। বৰ্ধনতঃই পতিপথৰ বিভিন্ন  
প্ৰদেশে তাৎক্ষণিক (Instantaneous) ক্ষেত্ৰ  
আবেগৰ নক্সা প্ৰতিটি অংশ কৌণ ডাক্কুৱকীৰ  
বিকল্পিত হয়।

সাধাৰণতঃ পতিপথৰ বিভিন্ন অংশৰ পৰা  
নিৰ্গত তৰঙ্গগুলিৰ বিনাশী ব্যতিকৰণৰ  
(Destructive interference) কলে কোন  
দূৰত্বত পৰ্যবেক্ষণ বিন্দুতে লগি ক্ষেত্ৰৰ তীব্ৰতা  
হয় নুত। কিন্তু যদি আহিত কণিকাটিৰ পতিপথ  
দ্ব্যধাৰে আলোৰ ফেজ (Phase) পতিপথ  
অপেক্ষা বেগী হয়, তবে কণিকাৰ বিভিন্ন অংশ  
পৰা নিৰ্গত তৰঙ্গগুলি সমবৰ্ত্তনসম্পন্ন হয় এবং  
কলতৰঙ্গ দূৰত্বত কোন পৰ্যবেক্ষণ বিন্দুতে লগি  
ক্ষেত্ৰ বৰ্ধমান থাকে। বিনীত আলোক-বিজ্ঞানী



২নং চিত্ৰ

হাইড্ৰেন-এৰ অকস্মাতকৈ অবলম্বনে প্ৰাপ্ত ২নং চিত্ৰে  
বিৱৰ্তিত সম্যক পৰিস্থিতি হওঁ। উপস্থিতিত



চিহ্নাঙ্কযুক্ত কণিকার গতিপথের সঙ্গে নির্দিষ্ট  $\alpha$ -কোণে নত অবস্থায় বিকিরণ দৃষ্টগোচর হবে। চিত্রে আহিত কণিকার গতিপথের উপর যথেষ্ট-ভাবে নেওয়া  $\psi$ ,  $\theta$ ,  $\phi$  বিমুখলি থেকে নির্গত তরঙ্গগুলি সংসৃত (Coherent) এবং লতি তরঙ্গমুখ (Wavefront) সমতল হয়। সংসৃতি (Coherence) সর্ব সত্যক পালিত হবার অন্তে সমন্বয়ে (dt) আহিত কণিকা ও আলোক বস্তুকমে ক ব ও ক গ পথ পরিক্রমা করে। এখানে বসে করি,

$\beta c$  = মাধ্যমে আহিত কণিকার গতিবেগ,

$c$  = শূন্যে আলোকের গতিবেগ,

$\mu$  = মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক।

$\therefore$  2য় চিহ্নাঙ্কযুক্ত

কথ =  $\beta c \cdot dt$ .

কগ =  $\frac{c}{\mu} \cdot dt$ .

$$\therefore \cos \alpha = \frac{\frac{c}{\mu} \cdot dt}{\beta c \cdot dt} = \frac{1}{\beta \mu}$$

$$\therefore \cos \alpha = \frac{1}{\beta \mu} \dots (1) \text{ সন্নিহিতটিই চেয়েনকত}$$

বিকিরণের স্তরবন্ধন।

পরবর্তীকালে কোয়ান্টাম তত্ত্বের নিরিখে বিচার করে সিনস্বার্গ, ব্রাউ ও টায়ের তত্ত্বকে সংকারশাধন করার চেষ্টা করেছিলেন। তিনি চলমান কণিকার উপর বিচ্ছুরিত বিকিরণের প্রতিক্রিয়া অধ্যয়ন করেন। তাঁর দ্বারা নিরূপণ :

$$\cos \alpha = \frac{1}{\beta \mu} + \frac{T}{\lambda} \left( \frac{\mu^2 - 1}{2\mu^2} \right) \dots (2)$$

এখানে,  $\lambda$  = মাধ্যমে আলোকের তরঙ্গদৈর্ঘ্য

$\gamma$  = কণিকার De Broglie তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য।

এখন 1য় সন্নিহিতটি পর্যালোচনা করলে আবার সহজেই কয়েকটি মূল্যবান সিদ্ধান্ত উপনীত হয়।

(1) সাধারণতঃ বর্ণালীর দৃঢ় বা প্রার দৃঢ়

পর্ষায়ই বিকিরণ ঘটে, কারণ তখন  $\mu > 1$ । আবার যখন  $\mu < 1$ , অর্থাৎ রক্তের রশ্মি প্রত্যাহিত পর্ষায় বিকিরণ দৃষ্টগোচর হবে না, কারণ তখন সন্নিহিতটি সিদ্ধ হয় না।

(2) কোন  $\mu$ -প্রতিসরাঙ্কসম্পন্ন মাধ্যমে  $\beta = \frac{1}{\mu}$  দ্বারা নির্ধারিত একটি চূড়ান্ত (Threshold) গতিবেগ বর্তমান। এই চূড়ান্ত (এই ক্ষেত্রে অবস্থা) গতিবেগ যদি আরও বর্ধিত হয়, তবে বিকিরণ অসম্ভব।

(3) যখন  $\beta = 1$ , অর্থাৎ আল্ট্রা-রিলেটিভিস্টিক (Ultrarelativistic) কণিকার অন্তে বিকিরণ কোণ সর্বোচ্চ

$$\text{এবং } \alpha_{\text{সর্বোচ্চ}} = \cos^{-1} \left( \frac{1}{\mu} \right)।$$

### পরীক্ষামূলক প্রমাণ

1934 সালে চেয়েনকত যখন ইউরানিয়াম ত্রুণে গামা রশ্মির প্রভাবে আলোর প্রতিপ্রভা নিয়ে সাধনায় নিযুক্ত, তখনই তিনি এই নীলাত বিকিরণটির সম্পর্কে কৌতূহলী হন। তারপর একাদিক্রমে বহু ত্রুণের মধ্যে অগ্রগণ্য পরীক্ষার্থী চালানোর পর সংশ্লিষ্টভাবে একটি বিশেষ সিদ্ধান্তে উপনীত হন—এটি আলোর প্রতিপ্রভা থেকে সম্পূর্ণ পৃথক ধরণের একটি নূতন ঘটনা। ঠিক সেই বৃহত্তে চেয়েনকত সন্তোষ: খ্যালেটের পরীক্ষার্থী সম্পর্কে অবহিত ছিলেন না। বা হোক, চেয়েনকত পরীক্ষার 16টি জৈব তরঙ্গ পরীক্ষার উপর গবেষণাকারীর পর একটি নূতন বিকিরণের সম্ভাবনায় আশাবিষ্ট হন। তিনি কয়েকটি প্রাথমিক সিদ্ধান্ত উপস্থাপন করেন।

(1) উৎসের তারতম্যে নির্গত বিকিরণের তীব্রতার কোন তারতম্য ঘটে না এবং এটি আলোর প্রতিপ্রভার পরিপন্থী।

(2) প্রতিপ্রভার ক্ষেত্রে আলোর চরম



প্রথমকারী হিসেবে পরিচিত পটাসিয়াম আয়োডাইড, সিলভার হাইড্রোইড বা অল্পপ কোন যৌগের এভাবেও তরল পর্যায়গুলি থেকে নির্গত আলোকের কোন হ্রাস ঘটে না।

(3) বর্ণালী বিশ্লেষণের কালে বিভিন্ন তরল পর্যায়গুলির ক্ষেত্রে বিস্তারিত বর্ণালী-বিজ্ঞানের পার্থক্য খুবই কম এবং বর্ণালী নীল ও বেগুনী প্রদেশেই সীমাবদ্ধ।

চেরেনকভ বর্ণন একজন অপ্রতিভত বারবার এগিয়ে চলেছেন, ঠিক তেমনি সময়ে অপর ক্রম বিজ্ঞানী জ্যাভিলভ এই বিকিরণকে Bremsstrahlung-জনিত বলে কিছুটা বিভ্রান্তি সৃষ্টি করেছিলেন। কিন্তু তথ্যসম্বলিত চেরেনকভ বিজ্ঞানের পশ্চাদ-প্রসারণ না করে নবোত্তম এই সত্যকে উদ্ঘাটন করার মানসে দ্বিতীয় পর্যায়ের পরীক্ষাকার্যে বনোনিবেশ করেন। তিনি বিভিন্ন দ্রবণে বিভিন্ন আহিত কণিকার ক্ষেত্রে সমস্ত প্রাপ্ত হন। অতঃপর বিভ্রান্তিই সহজ, সরল একটি পরীক্ষার সাহায্যে সহযোগী ক্রাফ ও টায়ের  $\cos \alpha = \frac{1}{\beta n}$  সূত্রটিকে দৃঢ় প্রতিপন্ন করেন।

এরপর সুকোভাকালে কটোবাল্টিগ্রাফের উদ্ভাবনের সঙ্গে সঙ্গে চেরেনকভ বিকিরণসম্পর্কিত গবেষণার প্রকৃত উদ্দীপনা দেয়া দেয়। কলিনস ও বেলিট একটি তীব্র ও সুসজ্জিত (Well collimated) কণিকাভ্রমের সাহায্যে পুনরায় দেখান যে, বিকিরণ বর্ণালী সর্বদাই সন্তত (Continuous); তদুপরি পরম আপেক্ষিক তীব্রতার পরিমাপের সাহায্যে ক্রাফ ও টায়ের তত্ত্বগুলি কলের সঙ্গে সাঙ্গত দেখান। পেট্রিই সর্বপ্রথম সার্বিকভাবে চেরেনকভ বিকিরণের আলোক নিষ্কাশনের ক্ষেত্রে কটোবাল্টিগ্রাফের ব্যবহার করেন। মহাকাশগতিক রশ্মির প্রয়োগেও এই বিকিরণের সত্যতা প্রমাণিত করা সম্ভব হয়েছে। এভাবে একটি বারোবাহিকতার জন্মগ্রহণে সৃষ্টি-

ভাবে হরিত কণিকা, মহাকাশগতিক রশ্মি, তেজস্ক্রিয় রশ্মি প্রভৃতির ক্ষেত্রে চেরেনকভ বিকিরণের সত্যতা সংশ্রুতভাবে প্রতিষ্ঠিত হয়েছে। বহু অগ্রসর ও তরল বিজ্ঞানীদের সাধনার ফলেই চেরেনকভ বিকিরণ আজ এক প্রতিষ্ঠিত সত্য এবং বিকিরণের এই ধারাটি এত সুসমৃদ্ধ। কিন্তু গ্যাসীয় মাধ্যমের ক্ষেত্রে চেরেনকভ বিকিরণ সম্পর্কে প্রথম নোঙ্কার হয়ে ওঠেন রাভেকট। গ্যাসীয় মাধ্যমের  $n$  প্রায় 1 হওয়ার দরুন বিকিরণের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলি কঠিন ও তরল মাধ্যম অপেক্ষা সম্পূর্ণ পৃথক। এরূপ ক্ষেত্রে আলোক তীব্রতা খুবই কম, চূড়ান্ত শক্তি (Threshold energy) খুব বেশী এবং আলোক বিকিরণের সর্বোচ্চ কোণ খুবই কম। অ্যাসকোলি এবং অ্যাসকোলি বালকানেলি নামক দু-জন বিজ্ঞানী স্বাধীনভাবে বায়বীয় মাধ্যমেই চেরেনকভ বিকিরণের অস্তিত্ব প্রমাণ করেন।

### চেরেনকভ বিকিরণের প্রয়োগ

চেরেনকভ বিকিরণের প্রয়োগে আজকের বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিদ্যার নব নব দিগন্ত উন্মোচিত হয়েছে। পদার্থবিদ্যার বিভিন্ন শাখার, বিশেষতঃ পারমাণবিক পদার্থবিদ্যা ও মহাকাশগতিক রশ্মির ক্ষেত্রে এই বিকিরণের প্রয়োগের কালে সুপাণ্ডকারী বিশেষ সাধিত হয়েছে। নীচে চেরেনকভ বিকিরণের কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ ও চমকপ্রদ ব্যবহার আলোচিত হচ্ছে।

#### 1. চেরেনকভ নিষ্কাশকের প্রয়োগ

পারমাণবিক পদার্থবিদ্যার গাইগার গণক, স্ফুলিকায়ন গণক (Scintillation counter) প্রভৃতির ভায়ে চেরেনকভ নিষ্কাশকের প্রয়োগমূল্য অপরিসীম। বিকিরণের স্থানীয় বৈশিষ্ট্যই এখানে চমকপ্রদ ব্যবহারে পথ স্থাপন করে দিয়েছে। নিম্নলিখিত ক্ষেত্রগুলিতে চেরেনকভ নিষ্কাশকের উপযোগিতা সর্বিশেষ স্বীকৃত।



(ক) চেরেনকভ বিকিরণের কলে উদ্ভূত আলোক কণিকার আধাঘের বর্ণের সমাহরণী। তাই আহিত কণিকার তর যদি জ্ঞাত থাকে, তবে কণিকার অভ্যন্বিত নক্তি নির্ণয় হয়।

(গ) নিরূপকের সাহায্যে কোন আলো-রিলেটিভিস্টিক কণিকার গতিপথের দিক নির্ণয় সম্ভব। মহাকাশগতিক রশ্মির ক্ষেত্রে, যেখানে অনেক সময় গতিপথ অনির্দিষ্ট থাকে, অথচ দিক সম্পর্কে সংশয় দেখা দেয়, সেক্ষেত্রে নিরূপকের ব্যবহার কাজটিকে অনেক সহজসাধ্য করে তোলে।

(ঘ) কোন নির্দিষ্ট ক্ষেত্রমণ্ডলের অকল দিয়ে সুগুণত্ব চলমান কণিকার সংখ্যা নির্ণয় চেরেনকভ গণকের সাহায্যে সম্ভব।

এভাবে চেরেনকভ নিরূপকের প্রয়োগপন্থীর অনন্ততা উপরিউক্ত ক্ষেত্রগুলি ব্যতীত অসংখ্য বহু ক্ষেত্রেও সংশ্লিষ্টভাবে প্রমাণিত হয়েছে।

## 2. প্রমাণ (Standard) আলোক-উৎস নির্মাণে

আমরা জানি, দৈনন্দিন জীবনে পৃথিবীর প্রয়োজনে, ব্যবসা-বাণিজ্যে বা ক্ষুদ্র বৈজ্ঞানিক কার্যে ব্যবহারোপযোগী প্রমাণ তীব্রতা ও নির্দিষ্ট বর্ণালী পঠনমণ্ডলের আলোক উৎসের চাহিদা বহুল। কিন্তু উন্নত বাহ্যিক যান বজায় রেখেও আজ পর্যন্ত টাউন্টেন বা অক্সিডন কোন কিলোমিটার ব্যবহারের কলে যে সকল আলোক-উৎস নির্মাণ করা সম্ভব হয়েছে, তাতে দীপনমাত্রা সর্বদা স্থির থাকে না এবং বয়ঃসন্ধির সঙ্গে সঙ্গে এগুলির কার্যকারিতাও বহুদূর পর্যন্ত হ্রাসপ্রাপ্ত হয়।

কিন্তু তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের পাটলা রূপে উৎপন্ন চেরেনকভ বিকিরণের ব্যবহার করে বেশভার ও অ্যাক্সারসন এক জোড়ী কীণ দীপন-মাত্রাসম্পন্ন প্রমাণ আলোক-উৎস উদ্ভাবন করেছেন। প্রচুর সম্ভাবনা নিয়ে এই আলোক-উৎসগুলি বিজ্ঞানীদের হাতে ধরা দিয়েছে এবং

বাস্তবতার নিরিখে, উপযোগিতার দাপকাঙ্ক্ষিতে এদের অনায়াসে বিশেষায়িত করা যায়।

প্রকৃত উৎকর্ষ বর্ধমান থাকার এই প্রকার আলোক-উৎসের দীপনমাত্রা ও বর্ণালী-পঠন সুচারুরূপে পরিমাপ করা যায়। সাধারণভাবে পারিপার্শ্বিক তীব্রতা অবস্থা অপরিবর্তিত থাকলে দীপনমাত্রাও অনন্তকাল অপরিবর্তিত থাকবে। ক্ষেত্রবিশেষে যদি এরূপ আলোক-উৎসের দীপনমাত্রার পরিবর্তন হয়, তবে তা নিত্যই নিরীক্ষণ থাকে এবং উদ্ভেদকরূপে ব্যবহৃত আইসোটোপের অর্ধ-জীবন (Half-life) দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। এমনকি সামান্য পরিমাণ অপভ্রমণের উপস্থিতিতে বা তাপমাত্রার পরিবর্তনেও আলোক-তীব্রতার পরিবর্তন হয় না। আবার প্রয়োজন-বোধে জলীয় রূপে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের গাঢ়তার পরিবর্তনের মাধ্যমেও দীপনমাত্রার পরিবর্তন সাধন করা যায়।

এই প্রকারের আলোক-উৎস প্রয়োগপন্থিনিষ্ঠে অনন্তসাধারণ ও অকল্পনীয়। আলোর অল্পপ্রচার অল্পমাত্রায়, জীব-বিজ্ঞানের গবেষণাকার্য বা জ্যোতির্পদার্থবিজ্ঞান (Astrophysics) অধ্যয়নে এই প্রকার আলোক উৎসের ব্যবহার অনেক বেশী বাস্তবায়ন ও সুবিধাজনক।

## 3. নুতন দ্রবণ-বহন উদ্ভাবন

পারমাণবিক বিজ্ঞানে নিত্য নুতন দ্রবণ-বহন (Accelerator) উদ্ভাবনের গবেষণা চলছে। তাইই কল আলকের পতিত সেক্টর-কোণে সাইক্লোট্রন, স্টাইগাল-ট্রিক সাইক্লোট্রন, সিন্‌ক্রোট্রন, এ-ডি-এক সাইক্লোট্রন প্রভৃতি। কিন্তু নুতন চিন্তার উদ্ভূত হয়ে তেজস্ক্রিয় চেরেনকভ বিকিরণের ভিত্তিতে দ্রবণ-বহন নির্মাণের পরিকল্পনা করেছিলেন। এই ব্যবস্থার একটি আদর্শ প্রাকল্পের মাধ্যমে যে সকল আহিত কণিকাকে বহিত করতে হবে, তাদের নথ্য নিয়ে খুব কঠ-



পদ্ধতিতে চলে থাকে। এভাবে কণিকাগুলিতে পক্ষি সঞ্চালন করা হবে। একশ আয়ন-প্রতিফলিত মাধ্যমকে চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রয়োগে বায়রের প্রতি-পার্যক ১ অপেক্ষা অধিকতর করা সম্ভব, বা একরঙার আবৃত্তক প্রয়োগের অধিক। এই পদ্ধতিতে চলেমান বায়রের ক্ষেত্রে চেরেনকভ বিকিরণের সার্বিক প্রয়োগ হিসাবে করা করা যেতে পারে। তবে মুক্ত কণিকার ক্ষেত্রে এই পরিকল্পনা বাস্তব রূপ নিতে পারে না। শুষ্কিত কণিকার ক্ষেত্রে বিভিন্ন কণিকার মধ্যে সংশ্লিষ্ট ক্ষেত্রে বিপরীত চেরেনকভ প্রক্রিয়া (Inverse Cerenkov Effect) সুস্পষ্টভাবে প্রতিষ্ঠিত হয়। নীতিগতভাবে এই প্রক্রিয়ার কণিকাগুলির পক্ষি বিবর্তিত হয়ে কয়েক কোটি ভোল্টে মে. মি পর্যন্ত পৌঁছায়। তাত্ত্বিক বিচারে একরঙার উৎসর্গ থাকলেও ব্যবহারিক ক্ষেত্রে কিছু নীতিবদ্ধতা আছে।

#### ৪. চেরেনকভ ইন্টারকমিউনিটি

পূর্বেই আলোচিত হয়েছে, চেরেনকভ নিষ্কাশনের সাহায্যে কোন সুনির্দিষ্ট পার্জার কণিকার গতিবেগ নির্ণয় করা সম্ভব। কিন্তু বিজ্ঞানী চূড়িলে একটি নতুন পদ্ধতি অবলম্বনের মাধ্যমে কণিকার গতিবেগ নির্ণয়ে যথোপযোগ্য করেন। পদ্ধতিটির মূল নীতি আলোর ব্যতিচার বর্ণের মধ্যে নিহিত। মূলতঃ এটি একটি ইন্টারকমিউ-

নিটর। ইন্টারকমিউনিটিয়ে ব্যতিচার আকৃতি পাবার ক্ষেত্রে কণিকাগুলিকে সুসজ্জিত করা প্রয়োজন। উৎসের ব্যতিচার আকৃতি মূল্য বিচ্ছুরণ (Coulomb scattering) এবং রেডিওটোয়ে কণিকার বস্তুদের ক্ষেত্রে বিকৃত হয়ে বিনষ্ট হয়। এই প্রতিবন্ধকতার কারণে ব্যতিক্রম আকৃতির অগ্রবাহনের কারণে নির্ণীত কণিকার গতিবেগ যথেষ্ট নির্ভুল নয়।

আলোচিত কেন্দ্রগুলি ব্যতীত অত্যন্ত বহু-ক্ষেত্রে চেরেনকভ বিকিরণের প্রয়োগে নব নব রূপান্তর ঘটছে। এর সার্বিক প্রয়োগের ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত প্রকৌশল চলেছে এবং সে প্রকৌশল কলম্বী হবে, তাতে সন্দেহ নেই।

#### উপসংহার

আলোক-বিজ্ঞানীদের আকাশে আজ নানা বিকিরণের পদচারণা। এক বিকিরণ যেন অপর বিকিরণের দিগ্‌দর্শী। বিজ্ঞানীরা যেন এক শৃঙ্খল-নিয়মে আলোকবহুর হাপ দেবে দেবে বিকিরণের নব নব বিপ্লবে প্রবেশ করছেন। আজ পর্যন্ত বহু বিকিরণই পরমাণুর অস্তিত্ব উল্লেখ্যে পদনির্দেশ দিয়েছে ও দিচ্ছে। বর্তমান প্রবন্ধে আলোচিত চেরেনকভ বিকিরণ এই জগতে একটি সুপরিচিত নাম—একটি প্রতিষ্ঠিত সত্য। আজকের এই চেরেনকভ বিকিরণ হয়তো আগামী দিনের নতুন বিকিরণের পদনির্দেশ-শাখা-নিরতা।



# প্রাচীন ভারতের আবাদিক বিশ্ববিদ্যালয় নগরী

অবনীকুমার দে\*

## ভূমিকা

প্রাচীনকালে ভারতবর্ষ ছিল আনন্দের পবিত্র ভূমি। বৈদিক যুগ, মহাকাব্যের যুগ এবং পরবর্তী কালেও এই দেশের বিশ্ববিদ্যালয়-ভূমিতে একই ঐতিহ্যের ধারা বজায় ছিল। এই সবরে এই দেশের বিভিন্ন স্থানে বহু বিশাল বিশ্ববিদ্যালয় প্রতিষ্ঠিত হয়েছিল উচ্চ শিক্ষার জন্যে। এই সব প্রাচীন বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রত্যেকটি ছিল আবাদিক। এখানকার অধ্যাপকেরা ছিলেন মহাপণ্ডিত, বার্ষিক, ভায়পরাইন, নিয়মনিষ্ঠ, ত্যাগী ও আচারনিষ্ঠ। এই জন্যে এখানকার বিভার্ভীরাও চরিত্রবান ও শুণবান হয়ে উঠতেন। তাঁদের আদর্শ দেশের জাতি সংগঠনেও সহায়তা করতো। এই সব বিশ্ববিদ্যালয়ে বিভাগ্য করে এখানকার শিক্ষার্থীরা যথেষ্ট জ্ঞানবান হয়ে উঠতেন এবং এখানকার প্রচলিত শিক্ষা ব্যবস্থার দ্বারা ছাত্রেরা নীতি ও পৃথগণায়ন হতেন। প্রাচীন ভারতের এই শিক্ষা ছাত্রদের মানবীর শিক্ষালাভে সাহায্য করতো। এই সব আবাদিক বিশ্ববিদ্যালয়গুলির পরিবেশও ছিল বিভার্ভনের পক্ষে খুবই উপযোগী। এখানকার শিক্ষা ব্যবস্থার এমন নিজস্ব বৈশিষ্ট্য ছিল, যা অত্যন্ত দেশের উচ্চ শিক্ষা প্রতিষ্ঠানগুলিতেও খুব সম্ভব ছিল না। বোধ হয় সেই জন্যেই এশিয়া মহাদেশের বিভিন্ন দেশ থেকে শিক্ষার্থীরা এই সব বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যয়নের জন্যে আসতেন। এছাড়াও পৃথিবীর অত্যন্ত মহাদেশ থেকেও ছাত্রেরা ভারতের এই সব বিশ্ববিদ্যালয়কে বিভাগ্য করে আসতেন। জানা যায় যে, প্রত্যেক বিশ্ববিদ্যালয়ে গড়ে

শতকরা ত্রিশজন ছাত্র ছিলেন আনান, চীন, ইন্দোচীন, সিংহল, মিরিয়া, মিশর প্রভৃতি বাইরের দেশ থেকে। নালন্দা, তক্ষশীলা, বিজয়-শীলা, বারানসী, অজন্তা, অগস্ত্য, ওদুপুত্রী, বরুতি, সারনাথ, পাহাচপুর প্রভৃতি ছিল এই সব প্রাচীন প্রধান প্রধান বিশ্ববিদ্যালয়। হিউয়েন সাঙ, ফাহিয়ান, ই-২ সিং প্রমুখ বিখ্যাত চৈনিক পর্যটকদের লিপিত ভ্রমণ বিবরণ থেকে এই সব বিশ্ববিদ্যালয়ের কথা জানা যায়।

## তক্ষশীলা

প্রাচীন ভারতের উত্তর-পশ্চিম সীমান্তে অবস্থিত গান্ধার রাজ্যের রাজধানী তক্ষশীলার একটি বিশ্ববিদ্যালয় গড়ে উঠেছিল। বর্তমান পাকিস্তানের হাওয়ালাপতির উপকণ্ঠে বারো বর্গমাইল স্থান নিয়ে এই বিশ্ববিদ্যালয় বিস্তৃত ছিল। এশিয়ার মধ্যে সর্বশ্রেষ্ঠ এই বিশ্ববিদ্যালয়টিতে চীন, পারস্য, গ্রীস প্রভৃতি দেশ থেকেও বিভার্ভীরা অধ্যয়ন করতে আসতেন। জানা যায় যে, হুয়েন সাঙ দু-বার তক্ষশীলার স্নিহে-ছিলেন। প্রাচীন ভারতের বহু রাজা ও রাজকুমারেরাও এখানে শিক্ষালাভ করেছিলেন।

এই বিশ্ববিদ্যালয়ে কয়েক হাজার বিভার্ভী অধ্যয়ন করতেন। এখানকার অধ্যাপক বা আচার্যেরা অত্যন্ত দক্ষ ছিলেন। এখানকার অত্রিশারক বিখ্যাত অধ্যাপক জীবক তাঁর অল্পত শিক্ষাকৌশল দিয়ে ছাত্রদের বহুত্ব করে রাখতেন। সে যুগের সুদক্ষ অত্রিক ও

\* দ্বাপত্য এবং নগর ও অকল পরিকল্পনা বিভাগ, বেঙ্গল ইঞ্জিনিয়ারীং কলেজ, শিবপুর



এখানকার অধ্যাপক আরো অনেক সাহায্যে বাবার পুঁজি হুসে কা আবার জোড়া লাগাতে পারতেন। গণিত, বিজ্ঞান, আবহবৈদ্য, চিকিৎসা-বিজ্ঞান, নসিডকলা, অর্থশাস্ত্র, বেন-বেনাত, ব্যাকরণ, গাণিত্যবিজ্ঞা, তত্ত্ববন-উদ্যাবিজ্ঞা, হস্তি-দন্ত, যন্ত্রস্ব সর্পবিজ্ঞা প্রভৃতি এখানে শিকা দেওয়া হতো।

বহাভারত বহাকাব্যে তক্ষশীলার পরিচয় পাওয়া যায়। বহাভারতের রাজা অশোকের এখানে সর্পবিজ্ঞা করেছিলেন। যেন হয় এটি তক্ষশীলার যন্ত্রস্ব সর্পবিজ্ঞার নাস্ত্র। জাতকেও তক্ষশীলার অনেক কাহিনী বর্ণিত আছে। জাতকের পদ থেকে জানা যায় যে, এখানকার অধ্যাপকেরা বৃত্তকোণাপন (বৃত্তক+উপাপন) অর্থাৎ বৃত্ত লোকের প্রাণ সকার করতে পারতেন।

### বাস্তাবশী

প্রাচীন ভারতে বাস্তাবশী ছিল দু-বর্গ। সে যুগের বিশ্ববিজ্ঞানগুলির মধ্যে এটি ছিল এক অপরূপ কীর্তি। যুগের পরিবেশের মধ্যে অবস্থিত এই বিশ্ববিজ্ঞানে বিভাবর্গ প্রকৃত শিকা লাভ করতেন এবং প্রকৃত জানী হয়ে উঠতেন। এখানে জাগতিক বিভাবিকার বদলে মানবীয় চারিত্রিক শিকা দেওয়াই ছিল অত্যন্ত বৈশিষ্ট্য। এখানকার বহাজানী, অসাত্তবর আচার্যদের জীবনানন্দ বিভাবর্গের অভিনব পথে পরিচালিত করতো।

### নালন্দা

আনানিক বৃষ্টি পঞ্চম শতকে বিহারের রাজগৃহের নিকট নালন্দায় একটি বৌদ্ধ সঙ্ঘারাম স্থাপিত হয়। ক্রমে ক্রমে এই নালন্দা প্রাচীন ভারতের একটি বিখ্যাত বিশ্ববিজ্ঞানকেন্দ্রে পরিণত হয়। হিউয়েন সাঙ, ও ই-২ সিং প্রভৃতি

চৈনিক পর্যটকেরা তাঁদের ভ্রমণবৃত্তান্তে লিখে গেছেন যে, সত্বেত: বৃষ্টিপূর্ব প্রথম অবধা বৃষ্টি প্রথম শতাব্দীতে নালন্দা প্রতিষ্ঠিত হয়। একাধক শতাব্দী পর্যন্ত প্রায় পাঁচ হক শত বছর এই বিশ্ববিজ্ঞানয়ের ব্যাতি অসুখ ছিল। বৃষ্টি সত্ত্ব শতাব্দীতে সন্ন্যাস বর্গের এই পৃষ্ঠপোষক ছিলেন।

নালন্দা বিহারের নামকরণ কি করে হয়েছিল— সে বিষয়ে সত্বেত: আছে। কেউ কেউ বলেন 'না-অলন্দা' থেকে নালন্দা নাম হয়েছিল। আবার বলেন সাত-এর ভ্রমণ কাহিনীতে একে 'না-লন্ডো' নামে বর্ণনা করা হয়েছে।

নালন্দা বিশ্ববিজ্ঞান বৌদ্ধধর্মের আনানিক বিকিরণ কেন্দ্রে হয়ে উঠেছিল। বৌদ্ধধর্ম ও শাস্ত্রচর্চা ছাড়াও এখানে হিন্দু ধর্মনীতি শাস্ত্র, সর্পন, সাহিত্যকলা, ব্যাকরণ, অর্থনীতি, গণিত, বিজ্ঞান, জ্যোতিষ, আবহবৈদ্য প্রভৃতিও শিকা দেবার ব্যবস্থা ছিল।

এখানকার অধ্যাপকযুগের মধ্যে জিনগ্রন্থ, শাক্যকীর্তি, জামচত্র, প্রভাবিত্র, দিবাকর বিজ্ঞ, তত্ত্বমতি, হিরমতি, চন্দ্রপাল, বহুসিংহ, শ্রীমন্ত, জয়সেন, পদ্মশংখ প্রভৃতি ছিলেন বিখ্যাত। এঁরা বর্ণনশাস্ত্র সত্বেত: অনেক গ্রন্থ রচনা করেছিলেন। ভারতের বিভিন্ন স্থান থেকে এখানকার অধ্যাপকযুগ এসেছিলেন। বিখ্যাত আচার্য জিনমিত্র ছিলেন অন্ত:দেশবাসী। বিখ্যাত অধ্যাপক বর্ণনশাস্ত্র ছিলেন দক্ষিণ ভারতের কাকীনগরবাসী। আর একজন অধ্যাপক ছিলেন নানা শাস্ত্রে পারদর্শী ভববিবেক। হিউয়েন সাঙের তত্ত্ব বহুপণ্ডিত ও এখানকার বিখ্যাত অধ্যাপক বা বহাবুধির শ্রীমন্ত ছিলেন বাঙালী ব্রাহ্মণ। ই-২ সিং যখন নালন্দায় ছাত্র ছিলেন, তখন এখানকার বহাবুধির ছিলেন রাজগুহবিজ্ঞ। হুয়েন সাঙ, ই-২ সিং ছাড়াও উ-কত, নামে আর একজন চৈনিক পর্যটক অষ্টম শতাব্দীতে এখানে আসেন।

এই বিশ্ববিজ্ঞানয়ে প্রবেশ করা দুইই শত



ছিল। হরেন সাতের বিবরণী থেকে জানা যায় যে, এই বিশ্ববিদ্যালয়ে ভর্তি হওয়ার আগে তিন থেকে ছয় মাস পর্যন্ত ছাত্রাবাসে থেকে অপেক্ষা করতে হতো। তারপর অস্থায়ী পেনেলে ভবেই বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যয়ন করার সুযোগ পাওয়া যেত। হরেন সাতকে বিশ্ববিদ্যালয়ের ঘরে করে ক মাস অপেক্ষা করতে হয়েছিল। এখানে প্রবেশ করার পর তিনি পাঁচ বছর ধরে অধ্যয়ন করেন। ই-২ সিং এখানে দশ বছর ধরে বৌদ্ধশাস্ত্র অধ্যয়ন করেন।

এই বিশ্ববিদ্যালয়ে দশ ছাত্রের ছাত্র অধ্যয়ন করতেন। প্রতি দিন তোরবেলার সানের পর প্রবেশদ্বারে দরপালের অস্থায়ী নিয়ে দীক্ষার্নির সঙ্গে সঙ্গে তাঁরা মলে মলে অধ্যয়ন শুরু করতেন। প্রত্যেক মলে এক শত ছাত্র অধ্যয়ন করতেন এবং তাঁদের অধ্যাপনা করতেন একজন করে অধ্যাপক। এই বিশ্ববিদ্যালয়ে এক শত অধ্যাপক অধ্যাপনা করতেন। ছাত্রাবাসে থাকার জন্তে বিভাগীদের কোন অর্থব্যয় করতে হতো না। ছাত্রদের খাবারও ছিল খুব ভাল। জলখাবারের জন্তে ছানা, মাখন, কল ইত্যাদি দেওয়া হতো। ঘরোয়ার ও রাতের আহারও ছিল অতি উৎকৃষ্ট। বিশ্ববিদ্যালয়ের সমস্ত ছাত্র ও অধ্যাপকদের মাহিনা ও সব কিছু খরচ রাজকোষ থেকে ব্যয় করা হতো।

মধ্যযুগের প্রথম দিকে ভারতের বৌদ্ধ পবিত্রস্থানগুলি ছিল খুব প্রশস্ত ও পাঁচিলঘেরা। এখানকার ধর্মীয় ও অত্যন্ত আত্মবলিক প্রয়োজন-সংক্রান্ত কার্য পরিচালনার জন্তে এই সব পবিত্র স্থানের মধ্যে অবস্থিত মন্দির ইত্যাদির চারপাশে ক্রমে ক্রমে বড় বড় গড়ে উঠেছিল। বৌদ্ধ-ধর্মাবলম্বীদের সংখ্যা খুবোঁ হওয়া সত্ত্বেও বৌদ্ধেরা সংখ্যালঘু সত্বেও ছিলেন। এই সময় শাসক-ধর্ম লাভারপতঃ ব্রহ্মণ্যধর্মাবলম্বী ছিলেন। এই সব

কারণে বৌদ্ধ বিহারগুলিতে বখাসভব স্তম্ভভা-মূলক ব্যবস্থা নেওয়া হতো। আত্মতত্ত্বীয় নিরখাত্তবক্তিতা রক্ষা করবার জন্তে এই সব স্থানের চারপাশ উঁচু পাঁচিল দিয়ে ঘেরা থাকতো। এই প্রাচীরের মধ্যে থাকতো একটি বিশালাকার ও অক্ষিত প্রবেশদ্বার এবং কয়েকটি পর্ববেদপ-মূলক। এই থেকে অস্থায়ন করা যায় যে, যদিও এই সব স্থান প্রধানতঃ ধর্মীয় প্রয়োজনে তৈরি করা হয়েছিল, তৎসত্ত্বেও প্রয়োজনের সময় এইগুলিকে সহজেই আত্মরক্ষারূপে ব্যবহার করা যেত। অত্যাচারী শাসকবর্গের হাত থেকে রক্ষা পাবার জন্তে অথবা বিশ্রীত ঘর্ষের সমর্থকদের প্রতিফল ব্যবহার প্রতিহত করার জন্তে এই সব জায়গার বৌদ্ধ ভিক্ষু ও বৌদ্ধ ধর্মাবলম্বীরা প্রয়োজনমত আশ্রয় নিতেন। এই সব ধর্মীয় কেন্দ্রগুলিতে ক্রমে ক্রমে জুপ, মন্দির, কলেজ বা মহাবিদ্যালয়, বিহার প্রভৃতি বহু ইমারত গড়ে উঠেছিল। প্রাচীরঘেরা প্রশস্ত স্থানের মধ্যে অবস্থিত এই সব ইমারত প্রধানতঃ ছিল ইট দিয়ে তৈরি।

শালিকা ছিল একটি বিশ্রীত বিশ্ববিদ্যালয় নগরী। সমস্ত স্থানটির স্তম্ভ ছিল খুব রমণীয়। চারদিকে বাগান, সরোবর, উদ্যান, জুপ, মন্দির, বিহার, পাঠাগার ইত্যাদি শোভা পেত। এই প্রাচীন বিশ্ববিদ্যালয়টির বিশেষ কিছুই আর এখন অবশিষ্ট নেই। চারদিকে বালি কলোবশেষ। এখানকার ঐতিহাসিক বসনকার্য ও প্রাচীন বিবরণ ইত্যাদি থেকে এখানকার স্থাপত্য-শৈলীর কথা জানা যায়। বসনকার্য থেকে দেখা গেছে যে, এই বিশ্ববিদ্যালয় নগরী কোনও বিশেষ ম্যান বা বজা অস্থায়ী তৈরি করা হয় নি। সমস্ত স্থানটি ছিল বিভিন্ন ব্রহ্মণের ইমারতের সমষ্টি। একদিকে প্রয়োজনমত বিভিন্ন সময়ে তৈরি করা হয়েছিল। আত্মবলিক বর্ত্ত শতাব্দী থেকে দ্বাদশ শতাব্দী পর্যন্ত এই স্থানটি-



কাল হতে এখানকার বিভিন্ন ইয়ারতগুলি জন্মগ্রহণ করে বাবার পর অথবা পরিভ্রমণ করার পর আবার একই আয়তন হর পুনর্নির্মিত হয়েছিল অথবা নতুন করে কোন ইয়ারত তৈরি করা হয়েছিল।

এই বিশ্ববিজ্ঞানের নির্মাণ-কৌশল আবারও বিশ্বকে হতভাক করে তোলে। বিশ্ববিজ্ঞানটি বিরাট চতুর্ভুজ আয়তক্ষেত্রের উপর অবস্থিত ছিল। এটির বৈদ্য ও এর ছিল বাকভাবে 1600 ফুট এবং 800 ফুট। প্রাচীরবেষ্টিত স্থানটির মধ্যে ছিল তিনটি প্রধান ও অপরিহার্য অংশ—একটি প্রধান স্থান অথবা কয়েকটি স্থানের সমষ্টি, মন্দির বা পবিত্র স্থান এবং বিভিন্ন শ্রেণীর বৌদ্ধ সন্ন্যাসীদের জন্যে বাসস্থান। ধর্মাবলম্বীদের আকর্ষণ করার জন্যে কেন্দ্রস্থলে কোনও পবিত্র কিনিয় থাকত। স্থান ও অভ্যন্তরীণ বর্মীর কীৰ্ত্তিতত্ত্ব মিলিয়ে এই পবিত্র স্থানটি প্রাচীর-বেষ্টিত স্থানটির এক অংশে প্রতিষ্ঠিত থাকত। এইগুলি এখানে হয় পাশাপাশি অথবা এক অকরেবার ধারে ধারে বিস্তৃত থাকত। এই পবিত্র স্থানটি ও প্রাচীরবেষ্টিত সন্ন্যাসীদের বাস-স্থানকে প্রাচীর দিয়ে পৃথক করে রাখা ছিল। সন্ন্যাসীদের বাসস্থানটির ছিল দুটি অংশ। বাইরের ও ভিতরের দিকের এই দুটি অংশের মধ্যে বাতায়নের জন্যে থাকত কয়েকটি প্রবেশ-দ্বার। নালদ্বার কিন্তু এই প্রকার বহলে ছিল কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত প্রধান প্রবেশপথ, যেটি দিয়ে শেব হতেছিল প্রধান পবিত্র স্থানটিতে। প্রাচীন নালদ্বার বিশালতায় একবার নির্দর্শন হলো বসনকারীদের দ্বারা আবিষ্কৃত একটি বিরাট চিহ্ন ও প্রাচীরের কয়েকটি কোণাকার মুকুট। এই জন্মাবশেষ থেকে দেখা যায় যে, এই ইয়ারত-গুলি স্থপত্য ও সমাজাত্মিক কয়েকটি তল-বিশিষ্ট ছিল। বিভিন্ন তলগুলির মধ্যে মধ্যে ছিল স্তম্ভ কাপিন। কাপিনগুলি পার্শ্ব-

বোকাই-করা যতনের। চারপাশে ছিল চৈতন্য বরণের মিলান করা কুণ্ডলির ভিতরে অবস্থিত মূর্তির অলঙ্কার।

এই ইয়ারতগুলি দুই বহুত করে তৈরি ছিল। সাধারণতঃ বিশালাকার ভিত্তিমূল বা ইটের তৈরি উচ্চ সমতল দ্বারের উপর এই ইয়ারতগুলি তৈরি ছিল। সেখানে চারদিকে অসংখ্য কাককাঁচ করা ছিল এবং দেয়াল থেকে যথেষ্ট উচ্চ হয়ে থাকা ও বিবিধ ছন্দ-বালির কাজ করা অসংখ্য মূর্তি দিয়ে অলঙ্কৃত ছিল।

বিশাল উচ্চতাই ছিল এখানকার স্থাপত্যের বৈশিষ্ট্য। পক্ষ পতাকীর প্রথম দিকে কা-হিয়েন এবং সপ্তম পতাকীতে হয়েন সাত এখানকার ইয়ারতগুলির বিশাল উচ্চতা বেবে বিদ্যিত হয়েছিলেন। তাঁরা এখানকার আর দু-শ' ফুট উচ্চ বিশাল বিহার এবং ছয় তল-বিশিষ্ট একটি ইয়ারতের মধ্যে স্থাপিত আশি ফুটেরও বেশী উচ্চতাযুক্ত মূর্তির কথা লিখে গেছেন। হয়েন সাত ছবির যত বর্ণনা করে গেছেন যে, নালদ্বার গম্বুজগুলি এত উচ্চ ছিল যে, যেন হতো সেগুলি যেন মেঘের মধ্যে গিয়ে ঠেকেছে। মন্দিরের চতুর্ভুজগুলিও এত উচ্চ ছিল যে, যেন হতো সেগুলি যেন তোরবেলার কূপারায় মধ্যে বিশে গেছে। এখানকার ইয়ারতগুলির ছাদ ছিল চতুর্ভুজ বাজুর তৈরি। ছাদের চতুর্ভুজ টালীগুলি ছিল নানা রকম উজ্জ্বল রঙের। মন্দিরের বাসগুলি ছিল দুই কাককাঁচ করা। কাকগুলি ছিল লাল রং করা এবং বরগাগুলি রামধনুর সবারকম রঙে রঙ করা।

মন্দির ও বাগানিত্য এখানে তিন-শ' ফুট উচ্চ এবং সোনা ও বর্ণিতকাকচিত মন্দির নির্মাণ করান।

এখানকার কলেজ বা মহাবিদ্যালয়গুলি দুই-শ' চতুর্ভুজ আকারে ও সারিভুক্তভাবে তৈরি করা হয়েছিল। এখানে ছয়টি চারতলবিশিষ্ট অষ্টালিকা



ছিল। তির তির পাঠ্যবিষয়ের জন্মে এক-পত্রি বৃহৎ ছিল। এখানকার 'রত্নমাগর', 'রত্নোদধি' ও 'রত্নরত্নক' নামক তিনটি পাঠ্যগার বা পুঁথিশালা ছিল বৃহৎ উহু। এগুলি ছিল প্রাচীন ভারতের বিজ্ঞানকর অবদান। এদের মধ্যে রত্নোদধি অষ্টালিকাটি ছিল নয়তলা উহু। এখানকার হাজারাবলগিত ছিল চারতলা করে উহু।

### বিজ্ঞানশীলা বিহার

মালবা ও তক্ষশীলা হাফা প্রাচীন ভারতবর্ষের আর একটি খেঁচ বিববিভালয় ছিল বিজ্ঞানশীলা। মগধরাজ্যে গজার পশ্চিম তীরে (আধুনিক ভাগলপুর জেলার পাথরখাটার) এই বিববিভালয় অবস্থিত ছিল।

লুপ্তভাঃ অষ্টম শতাব্দীর শেষ বা নবম শতাব্দীর প্রথম দিকে বাঙালী রাজা বর্মণালের রাজত্বকালে এটি মগধে স্থাপিত হয়। এই মহাবিহারটির নামকরণ সম্বন্ধে নানাব্যক্ত মতবাদ আছে। কেউ কেউ বলেন যে, বর্মণালের 'বিজ্ঞান' আখ্যা থেকে 'বিজ্ঞানশীলা' নামকরণ করা হয়েছিল। আবার কেউ কেউ বলেন যে, বিজ্ঞান নামে এক বকের নামানুসারে বিজ্ঞানশীলা নাম দেওয়া হয়।

মালবার মত এই বিববিভালয়েরও ব্যাতি দেশ-বিদেশে ছড়িয়ে পড়েছিল। তিনকত প্রকৃতি অকল থেকে বহু শিকারী এখানে শিকার জন্মে আসতেন। এখানে বহু প্রকার শত্রু অধ্যয়ন ও অধ্যাপনা করার ব্যবস্থা ছিল। এদের মধ্যে বর্মণাশ্র, চিকিৎসাশাস্ত্র, জ্যোতিষ, তত্ত্বশাস্ত্র, ভাষ্যশাস্ত্র, ব্যাকরণ প্রকৃতি বিশেষ উল্লেখযোগ্য। এই বিববিভালয়ের অধ্যাপকদের পণ্ডিত ও আচার্য উপাধিতে সম্মানিত করা হতো। এখানকার প্রধান অধিবাসকের নাম ছিল আচার্য বুদ্ধজ্ঞানগান এবং এখানের শেষ অধিবাসক ছিলেন শাক্যশ্রী। এখানকার ব্যাতিমানা অধ্যাপকদের মধ্যে ছিলেন আচার্য রত্নাকর শাক্যি,

জ্ঞানশ্রী শ্রী (ভীর বাসুদান ছিল পৌত্রে), প্রভাকরমতি, বহুবল (ভীর বাসুদান ছিল কান্দীরে), শ্রীধর, তব্যলীতি, চক্ৰবর্ত্তর বহু, নীলবল্লভ, বোধবল্লভ, তক্ষাগত রক্ষিত, বাহুবল্লভ কীর্ত্তি, কবল রক্ষিত, দানরক্ষিত, মহাবল্লভানন্দ অভয়াকরগুপ্ত, ততাকরগুপ্ত, সুমারী, বাঙালী নীপতর শ্রীজ্ঞান (অতীশ প্রকৃতি)।

এই বিববিভালয়ে প্রায় আট হাজার শিকারী বিভালাত করতেন এবং 114 জন আচার্য বিভিন্ন শাস্ত্র শিকা দিতেন। এখানে একটি বড় মন্দির ও 107টি ছোট ছোট মন্দির ছিল।

চার-শত বছর ধরে বিজ্ঞান গৌরবে চলবার পর আধুনিক 1203 খৃষ্টাব্দে এই বিববিভালয় ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়।

### জগদল বিহার

জগদল বিহার ছিল বিহারের আর একটি বিখ্যাত বিববিভালয়। কথিত আছে যে, রাজা জামশাল এই বিহার প্রতিষ্ঠা করেন। এখানকার অধ্যাপকদের মধ্যে ব্যাতিমানা ছিলেন বহু সংস্কৃত গ্রন্থ প্রণেতা মহাপণ্ডিত বিদ্বতিচন্দ্র।

### বরুতি

পশ্চিম ভারতের কাবিরাত্তার-এর কাছে বরুতি নামে একটি বিখ্যাত প্রাচীন বিববিভালয় ছিল। এই বিববিভালয়ের ব্যাতি দেশ-বিদেশে ছড়িয়ে পড়েছিল। বিদেশ থেকেও বহু ছাত্র এখানে বিভাশিকার জন্মে আসতেন। অতীত প্রাচীন বিববিভালয়ের মত এখানকার অধ্যাপক ও ছাত্রেরাও অসাড়তার জীবন-ব্যাপন করতেন।

অনেকের মতে বর্ত্তমানের 'ওরাল'ই ছিল সেকালের বরুতি বিববিভালয়। ই-২ সিং ভীর পর্বটন কাহিনীতে বর্ণনা করে গেছেন যে, লুপ্ত শতাব্দীতে "মালবা ও বরুতি ছিল প্রাচীন ভারতের দুই খেঁচ বিববিভালয়। 'কবাসুতি' "



সাদৃশ্য আছে এর প্রমাণ পাওয়া যায়। হারেন সীতা-এর বর্ণনা থেকে জানা যায় যে, এখানে একটি বিহার ছিল।

একটি হাড়াও বর্তমান বাংলা দেশের পাহাড়পুরে একটি প্রাচীন বিশ্ববিদ্যালয় ছিল।

সামান্য বিহার শিলা প্রকির্ডানে বেশ হাড়াও শিলাখণ্ড বিস্তারিত করতেন। বহির্ন তীরতের অকস্মাত অত্যন্ত গুহাভিত্তিতে শিল্পকলার উন্নয়ন নির্বাহ পাওয়া যায়। অকস্মাত শিল্পকলার এক অগুণ্য দৌলতের নষ্ট।

## ভৌত ধ্রুবকগুলি কি পরিবর্তনশীল ?

শ্রীশ্রী কুমার বসু\*

সূচনা

কয়েকটি ধ্রুবকের অভ্যন্তর উপর ভিত্তি করে বিজ্ঞানের নানা গণনা করা হয়; যেমন—বহাকর্ষীয় ধ্রুবক  $G$ , প্লাঙ্কের ধ্রুবক  $h$ , ইলেকট্রনের আধান  $e$  প্রভৃতি। কিন্তু এই সব ধ্রুবকগুলি সত্যিই ধ্রুবক কিনা, অথবা তারা সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হয়—এই নিয়ে দীর্ঘ দিন ধরে বিজ্ঞানীরা আলোচনা চালিয়ে যাচ্ছেন, যদিও এখন পর্যন্ত এই সম্বন্ধে চূড়ান্ত কোনও সিদ্ধান্তে তাঁরা উপনীত হতে পারেননি। এই বিষয়ে বিতর্কের প্রসঙ্গ করেন ভিগাক, আজ থেকে প্রায় 35 বছর আগে।

ভিগাকের প্রস্তাবনা

1937 ও 1938 খ্রীস্টাব্দে প্রকাশিত দুই প্রবন্ধে ভিগাক বলেন যে, বহাকর্ষীয় ধ্রুবক  $G$  সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হয়। প্রাচুর্যিক ও পারমাণবিক ধ্রুবকগুলির মধ্যে সম্পর্ক আছে—একটি বিবাস থেকে তিনি এই সিদ্ধান্ত করেন।

হাবলের এসকলীন বিশ্ব তত্ত্বাবধায়ী সমগ্র বিশ্বব্রহ্মাণ্ড (Universe) একটি অতি ক্ষুদ্র স্থান থেকে এসারিত হয়ে বর্তমান অবস্থায় উপনীত হয়েছে। এসকল ক্ষুদ্র স্থান সময়ের ক্ষুদ্র বয়সে, ব্রহ্মাণ্ডের বর্তমান বয়স প্রায় 2

ইকন (1 ইকন =  $10^9$  বছর)। এই সময়কে যদি পারমাণবিক ধ্রুবকগুলির দ্বারা গঠিত সময়ের কোনও একক, যথা  $m_{\text{uc}}$  (যেখানে  $m_e$  = ইলেকট্রনের ভর এবং  $c$  = শূন্যে আলোকের গতিবেগ) -এর সাহায্যে প্রকাশ করা হয়, তবে ব্রহ্মাণ্ডের বয়সের মান হবে প্রায়  $7 \times 10^{10}$ । এই মান একটি ইলেকট্রন ও একটি প্রোটনের (ভর  $m_p$ ) মধ্যেকার বৈদ্যুতিক ও বহাকর্ষীয়

$$\text{আকর্ষণ বলের অস্থগতি} \left( \gamma = \frac{e^2}{G m_e m_p} \right)$$

$2.3 \times 10^{10}$ -এর কাছাকাছি। যদি সময়ের অতি কোনও পারমাণবিক এককে প্রকাশ করা হয়, তা হলেও ব্রহ্মাণ্ডের বয়সের মান  $2.3 \times 10^{10}$ -এর কাছাকাছিই হবে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, পারমাণবিক এককে প্রকাশিত ব্রহ্মাণ্ডের বয়সের মান দুটি প্রাথমিক কণার মধ্যেকার বৈদ্যুতিক ও বহাকর্ষীয় বলের অস্থগতির ( $\gamma$ ) মানের অস্থগণ। এই সাদৃশ্য থেকে ভিগাক ব্রহ্মাণ্ডের ক্রিয়া-প্রক্রিয়ার সঙ্গে পারমাণবিক ক্রিয়া-প্রক্রিয়ার একটি সম্পর্ক আছে বলে ধারণা করেন। আর যদি কোনও সম্পর্ক সত্যি থাকে,

\* পদার্থ-বিজ্ঞান বিকাশ, আচার্য বি. এন. শীল কলেজ, কোচবিহার



তবে তা তখন বর্তমান যুগেই নয়, সর্ব যুগেই থাকবে। তাই আমরা আশা করতে পারি সূর্য তবিলম্বে, খরা বাক—বরন-ব্রহ্মাণ্ডের বয়স পারমাণবিক এককে  $10^{10}$  হবে, তখন  $\gamma$ -এর মানও  $10^{10}$ -এর কাছাকাছি হবে সুতরাং একক বলে বীজত  $\gamma$  একক নয়, সময়ের বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে তা বৃদ্ধি পায়। প্রাথমিক কণাগুলির তর এবং পরমাণুরের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বে তাদের মধ্যকার বৈদ্যুতিক বল অপরিবর্তনীয় হওয়ার আমাদের এই সিদ্ধান্তে উপনীত হতে হবে যে, মহাকর্ষীয় একক  $G$  সময়ের সঙ্গে ব্যত্যাহপাতে পরিবর্তিত হয় অর্থাৎ  $G \propto t^{-1}$ ।

### ভিরাঙ্ক প্রত্যাবহার বিরোধিতা

1948 খৃষ্টাব্দে টেলার ভিরাঙ্কের প্রত্যাবহার বিরোধিতা করেন। তুভাত্তিক ঘটনার সাহায্যে তিনি দেখান যে, ভৌত এককগুলি পরিবর্তনশীল নয়। সুর্বদেহে তাপকেন্দ্রীয় বিক্রিয়া সৌর পক্ষির উৎস ধরে নিয়ে তিনি দেখান যে, সুর্বের উজ্জ্বল্য (Luminosity)  $L \propto G^3 M^3$ , যেখানে  $M$  = সুর্বের ভর। ভিরাঙ্কের প্রত্যাবহা অল্পবায়ী  $G$  যদি সময়ের সঙ্গে ব্যত্যাহপাতে পরিবর্তিত হয়, তবে উপরিউক্ত সমীকরণ থেকে পাই,  $L \propto M^3 t^{-3}$ —(1)। টেলার আরও দেখান যে, যদি  $G$  অথবা  $M$  পরিবর্তিত হয়, তবে কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা সূত্রানুযায়ী পৃথিবীর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $GM$ -এর সঙ্গে ব্যত্যাহপাতী হবে। (এখানে পৃথিবীর কক্ষপথকে বৃত্তাকার ধরে নেওয়া হয়েছে) অর্থাৎ পৃথিবীর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $r$  হলে,  $r \propto \frac{1}{GM}$ —(2)। আমরা জানি পৃথিবীপৃষ্ঠের তাপমাত্রা সূর্য থেকে আগত পক্ষির পরিমাণের উপর নির্ভরশীল। সূর্য থেকে পৃথিবীতে আগত পক্ষির পরিমাণ আবার সুর্বের উজ্জ্বল্য এবং পৃথিবী থেকে সুর্বের দূরত্ব অর্থাৎ  $r$ -এর

উপর নির্ভর করে। এই সব বিবরণ হিসাবের মধ্যে ধরে পৃথিবীপৃষ্ঠের তাপমাত্রা  $(L/r^2)^{1/4}$  -এর অথবা  $G^{3/4} M^{3/4} r^{-1/2}$ -এর সমানপাতী হবে [সমীকরণ (1) ও (2)-এর সাহায্যে]। ব্রহ্মাণ্ডের বয়স 2 ইকন ধরে টেলার দেখান যে, উপরের গণনা অনুযায়ী আজ থেকে প্রায়  $(2-3) \times 10^9$  বছর আগে পৃথিবীপৃষ্ঠের তাপমাত্রা ছিল জলের ফুটনাকের কাছাকাছি; অর্থাৎ ঐ সময় সূর্য-ভূমিতে জল ফুটত অবস্থায় থাকতো। এই অবস্থা প্রাণীর বসবাসের পক্ষে অসম্ভব। কিন্তু প্রমাণ পাওয়া গেছে যে, পৃথিবীতে ঐ সময়ে প্রাণীর অস্তিত্ব ছিল। সুতরাং আমরা এই সিদ্ধান্তে উপনীত হতে বাধ্য যে, উল্লিখিত সময়ে পৃথিবীর তাপমাত্রা আরও কম ছিল।

টেলারের প্রবন্ধ প্রকাশিত হবার পর জ্যোতির্বিদেয়া ব্রহ্মাণ্ডের বয়স 2 ইকন নয়, 10 ইকন হবে বলে জানান। বর্তমানে ব্রহ্মাণ্ডের বয়স ধরা হয় 925 ইকন। এই বয়স অনুযায়ী হিসাব করলে দেখা যাবে যে,  $(2-3) \times 10^9$  বছর আগে পৃথিবীপৃষ্ঠের তাপমাত্রা প্রাণীর বসবাসের উপযুক্ত ছিল। তবুও আরও কয়েক ইকন আগে পৃথিবীর তাপমাত্রা প্রাণীদের জীবনধারণের পক্ষে অসম্ভব ছিল। সুতরাং আমরা এই সিদ্ধান্তেই উপনীত হই যে, ভিরাঙ্কের প্রত্যাবহা ঠিক নয় অর্থাৎ  $G$  সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হয় না।

টেলারের গণনার সাহায্যে পোচোডা (Pochoda) ও স্কার্ভার্সচাইল্ড (Schwarzschild) ভিন্ন পদ্ধতিতে একই সিদ্ধান্তে উপনীত হন। ইলেকট্রনিক কম্পিউটারের সাহায্যে তাঁরা দেখান যে, সুর্বের পক্ষিকার ঐ উচ্চতায় হলে সুর্বের হাইড্রোজেন জ্বালার ইতিবাচ্যে নিঃশেষিত হয়ে যেত এবং সূর্য একটি লাল রৈখ্য জায়কার (Red giant star) পতিত হতো। প্রাক্তনোক্ত গণনার সাহায্যে এই একই সিদ্ধান্ত প্রাপ্ত



করেন। সুতরাং G-এর পরিবর্তন সম্ভাবনাকে সম্পূর্ণরূপে বাতিল করতে হয় উপরিউক্ত আলোচনা অসম্ভাব্য।

### গ্যামোর প্রস্তাবনা।

আরও বিপর্য আলোচনা না করেই ভিরাঙ্কের প্রস্তাবনাকে বাতিল করতে গ্যাংমো রাজী হন না। ভিরাঙ্কের প্রস্তাবনাকে গুরুত্ব দিয়ে তিনি বলেন যে, যদি  $e^2 \propto t$  ধরা হয়, তবে G সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত না হলেও ভিরাঙ্কের প্রস্তাবনা অসম্ভাব্য।  $\gamma \propto t$  হতে পারে। এখন  $e^2 \propto t$  হলে পৃথিবীর ককণপথের উপর তার কোন প্রভাব পড়বে না। কিন্তু t ব্রহ্মাণ্ডের বয়সের মাত্র এক-তৃতীয়াংশ হলেও পৃথিবীপৃষ্ঠের তাপমাত্রা জলের ফুটনাকার কাছাকাছি হতো। প্রাচীরের প্রককে (h) প্রকক ধরলে এবং  $e^2 \propto t$  হলে fine structure constant বা হুস কাঠামো প্রকক  $\propto \frac{e^2}{h \cdot c}$  (যেখানে  $-h = h/2\pi$ ) -ও সময়ের সমান্তরালে পরিবর্তিত হবে।  $e^2$  কিংবা  $\propto$ -এর সময়ের সঙ্গে পরিবর্তন হলে দূরবর্তী ছায়াপথের (Galaxy) জড়ে স্টে বর্ণালীর লাল অপসারণ (Red shift) হবে অর্থাৎ বর্ণালীর রেখাগুলি বর্ণালীর লাল প্রান্তের দিকে সরে যাবে। গ্যাংমো বলেন কোয়াসারগুলির (Quasar) যে প্রচুর পরিমাণ লাল অপসারণ দেখা যায়, তার কিছু অংশ সম্ভবত:  $e^2$ -এর পরিবর্তনের কল। হুস কাঠামো প্রককের পরিবর্তন দূরবর্তী ছায়াপথের হাইড্রোজেন বর্ণালীর সাহায্যে ধরা বেতে পারে—তবে তা বেশ কষ্টিন।

বাকল (Bahcall) ও সালপেটার (Salpeter) 3C47 এবং 3C147 কোয়াসার দুটির বর্ণালীতে O III এবং Ne III রেখা দুটির হুস কাঠামো বিভাজনের (Fine structure splitting) সাহায্যে দেখেন যে, গ্যাংমোর প্রস্তাবনা অসম্ভাব্য।

$e^2$  বা  $\propto$ -এর পরিবর্তন গ্রহণযোগ্য নয়। বেতার ছায়াপথগুলির (Radio galaxy) বর্ণালীতে লাল অপসারণের পরিমাণ -Z- যখন প্রায় 0.2, তখন হুস কাঠামো প্রককের মান নির্ণয় করা হয়। বাকল ও স্টিভট (Schmidt) উল্লেখযোগ্য লাল অপসারণ দেখা যায়, এমন পাঁচটি কোয়াসারের (3C219, 3C234, 3C26, 3C171, 3C79) ক্ষেত্রে O III রেখাটির তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য নির্ণয় করেন। নির্ণীত তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের মান ব্যবহার করে তারা  $\propto(-Z)/\propto(\text{lab})$  অস্থগাতটির মান নির্ণয় করেন। এখানে  $\propto(-Z)$  হলো লাল অপসারণের ক্ষেত্রে হুস কাঠামো প্রককের মান এবং  $\propto(\text{lab})$  হলো পরীক্ষাগারে স্বাভাবিক অবস্থার প্রাপ্ত হুস কাঠামো প্রককের মান। উল্লিখিত পাঁচটি কোয়াসার বা বেতার ছায়াপথের ক্ষেত্রেই এই অস্থগাত প্রায় 1 হয় [ $\propto(-Z) \approx 0.2$ ]/ $\propto(\text{lab}) = 1.001 \pm 0.002$  সম্ভাব্য ক্রটি]। কিন্তু গ্যাংমোর প্রস্তাবনা অসম্ভাব্য  $\propto$  সময়ের সঙ্গে সমান্তরালে পরিবর্তিত হলে উপরিউক্ত অস্থগাতটির মান প্রায় 0.8 হওয়া উচিত। সুতরাং বাকল ও স্টিভট-এর পরীক্ষা গ্যাংমোর প্রস্তাবের বিপক্ষে মার ধের। তাছাড়া আরও কয়েকটি ঘটনাও সময়ের সঙ্গে  $\propto$  এবং  $e$ -এর পরিবর্তনের প্রস্তাবনাকে বাতিল করে দেয়। এই সবক্ষে কিছু পরে আবার আলোচনা করা হবে।

### অন্তান্ত প্রস্তাবনা।

গ্যাংমোর প্রস্তাবনার  $e^2$  এবং হুস কাঠামো প্রকক  $\propto$  সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হয়, ধরা হয়েছিল। কিন্তু উপরের আলোচনায় দেখা গেল যে, তারা প্রকক (Constant)। গ্যাংমোর প্রস্তাবনার -h- কে প্রকক বলে ধরে নেওয়া হয়। কিন্তু যদি  $e^2$  এবং -h- উভয়ের সময়ের সঙ্গে একই হারে পরিবর্তিত হয়, তবে হুস কাঠামো প্রকক সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হবে না, তা হবে প্রকক।



অর্থাৎ এরূপ অবস্থায়  $\alpha$  ক্রয়ক হলেও  $e^+$ -এর পক্ষে সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হওয়া সম্ভব। সুতরাং বাকল ও মিডট-এর পরীক্ষায়  $\alpha$  ক্রয়ক বলে প্রতিপন্ন হলেও  $-h-$  যদি সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হয়, তবে  $e^+$ -এর সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হতে বাধ্য মেই, অবশ্যই  $-h-$  এবং  $e^+$ -এর পরিবর্তনের হার সমান হতে হবে।

$$\frac{h}{m_e c^2} \text{ কে সময়ের একটি পারমাণবিক একক}$$

এবং প্রাথমিক কণাগুলির ভর হ্রাস হয়ে ডিহাইকের প্রস্তাবনার সীতাক্রমে পাই  $-\frac{e^2-h}{G} \propto t$ । যদি  $G$  ক্রয়ক হয় এবং উপরের প্রস্তাবনা অগ্রবাহী  $e^+$  এবং  $-h-$  সময়ের সঙ্গে একই হারে পরিবর্তিত হয়, তবে  $e^+ \propto t!$  এবং  $-h \propto t!$  হবে বলে ধরা যেতে পারে।  $e^+$  এবং  $-h-$  এর এই পরিবর্তনশীলতার ক্ষেত্রে পৃথিবীর কক্ষপথের কোনও পরিবর্তন হবে না এবং গণনার দেখা যাবে যে,  $4 \times 10^8$  বছর আগে পৃথিবীর তাপমাত্রা প্রাণীর বাসযোগ্য ছিল। এখন সময়ের সঙ্গে  $e$  পরিবর্তিত হয় কিনা আবার দেখা যাক।

### $e$ -এর পরিবর্তন

গ্যামো 1967 খৃষ্টাব্দে প্রকাশিত এক প্রবন্ধে বলেন যে,  $e$  সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হলে তা তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে আলফা ( $\alpha$ ) এবং বিটা ( $\beta$ ) কণা নির্গমনের হারকে প্রভাবিত করবে। এর কালে তিনটি তেজস্ক্রিয় স্রোতীর (ThC, RaC এবং AcC) বিয়োজন শৃঙ্খলও প্রভাবিত হবে। কিন্তু গ্যামো জানতেন না যে, 1958 খৃষ্টাব্দে উইলকিনসন AcC স্রোতীর ক্ষেত্রে পরীক্ষা করে দেখেছেন যে, সময়ের সঙ্গে  $e$ -এর পরিবর্তন যদি হয়ও, তবে তা বছরে  $10^{-12}$  অংশের বেশী হবে না।

পৃথিবীতে  $Re^{187}$  এবং  $Os^{187}$ -এর অস্তিত্ব থেকে হিসাব করে ডাইসন 1967 খৃষ্টাব্দে দেখান

যে,  $e$ -এর পরিবর্তন হয়ে থাকলে পৃথিবীর অয়নের থেকে আয় পর্বত তার পরিমাণ 1600-এর মধ্যে 1 অংশেরও কম।

একই বছরে পেরেন আলোচনা করে দেখান যে, যদি  $e$  সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হয়, তবে বর্তমানে পৃথিবীতে সীসার সর্বত্র সমাবর্তনে হুড়িয়ে থাকবার কথা, কিন্তু বাস্তবে তা হয় নি। তা ছাড়া  $e^+$ -এর পরিবর্তন হলে পৃথিবীর বিভিন্ন উৎস থেকে প্রাপ্ত একই ঘোলের বিভিন্ন দ্রব্যের মধ্যে বেশ কিছু পার্থক্য দেখা যেত। বাস্তবে এরূপ পার্থক্য খুবই কম দেখা যায়। সুতরাং পেরেনের সিদ্ধান্ত এই যে, সময়ের সঙ্গে  $e$ -এর পরিবর্তন হয় না, আর হলেও তার পরিমাণ খুবই কম।

$U^{238}$ -এর স্বাভাবিক বিভাজনের (Spontaneous fission) বিয়োজন ধ্রুবকের (Decay constant) মান ছুটি বিভিন্ন পদ্ধতিতে নির্ণয় করে গোক গড  $2 \times 10^8$  বছরে  $e^+$ -এর পরিবর্তনের হারের উৎসীমা বছরে  $2.33 \times 10^{-12}$  অংশ হবে বলে নির্ণয় করেন।

ভূতাত্ত্বিক বয়স নির্ণয়ের সেড-টাইটেনিয়াম এবং পটাসিয়াম-আর্গন পদ্ধতি দুটির সাহায্যে চিত্রে ও পাল  $e^+$ -এর পরিবর্তনের হারের উৎসীমা বছরে  $5 \times 10^{-12}$  হবে বলে নির্ণয় করেন।

উপরের আলোচনা থেকে এটাই প্রতীয়মান হয় যে, সময়ের সঙ্গে  $e$ -এর পরিবর্তন হয় না। সুতরাং ডিহাইকের প্রস্তাব অগ্রবাহী যদি বিশ্বব্রহ্মাণ্ড ও পারমাণবিক ক্রিয়াকলাপের মধ্যে কোনও অজানা পারস্পরিক সম্পর্ক থেকে থাকে, তবে আনান্ডের আবার  $G$ -এর পরিবর্তনশীলতার প্রস্তাবনার ক্ষেত্রে যেতে হয়।

ও'হ্যানলোন (O' Hanlon) ও ট্যাম (Tam) পুনরায়  $G$ -এর পরিবর্তনশীলতার কথা



যশের। ১৯৬৭ খ্রীস্টাব্দে তাঁরা প্রস্তাব করেন যে,  $e^2$ ,  $h$  এবং  $G$  তিনটিই সময়ের সঙ্গে সমান্তরালে পরিবর্তিত হয়। কিন্তু আগেই দেখা গেছে যে, তাঁদের এই তত্ত্ব ভাইলেন, পেরেন্স, ঘোক্ত, চিত্রে ও পালের প্রাপ্ত পরীক্ষাকালের বিরোধী।

### উপসংহার

উপরের আলোচনার দ্বারা গেল যে, প্রতিটি একো বৃহৎ বিশ্বাসের উপর ভিত্তি করে বিশ্বব্রহ্মাণ্ড এবং পারমাণবিক ক্রয়গুলির মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়ের প্রচেষ্টায় তির্যক  $G$ -এর পরিবর্তনের যে প্রস্তাব করেছিলেন, তাত্ত্বিক ও অভ্যাস

পরীকার কল তাঁর পক্ষে বা বিপক্ষে হুঁকার কোনও হার দিতে সক্ষম পারেন নি। তবে ব্রহ্মাণ্ড ও পরমাণুর মধ্যে কোনও অসামান্য সম্পর্কের সম্ভাবনার কথা একেবারেই উড়িয়ে দেওয়া যৌব হয় যুক্তিসঙ্গত হবে না। তবে  $e$ ,  $G$  বা অন্য কোন ক্রয়কের পরিবর্তনের কথা বা ধরেই এসময়গুলি বিবর্তনের উচ্চ প্রতিরূপকে ভিত্তি করে গাণিত্যে মহাকাশগতিক ও পারমাণবিক ক্রয়গুলির মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়ের চেষ্টা করেন। বাই হোক, তৌত ক্রয়গুলি সময়ের সঙ্গে পরিবর্তিত হয় কিনা—এই সম্বন্ধে শেষ কথা বলবার আগে আরও তাত্ত্বিক ও পরীক্ষামূলক প্রমাণের অপেক্ষার আয়োজন থাকতে হবে।

## আপেক্ষিকতাবাদের ভূমিকা

### সৌরেন দাস

বৈজ্ঞানিক জগৎ সম্বন্ধে আমাদের ধারণার ক্ষেত্রে আইনস্টাইন যে একটা বৈপ্লবিক আলোড়ন এনেছেন—তা সাক্ষাৎভাবে স্বীকৃত। তাঁর অভিনব প্রতিপাত বিষয়গুলি বিশেষ গাণিতিক যন্ত্রাবলীর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়েছে। এই সব অভিনব প্রত্যয়ের অনেকগুলি গাণিতিক ভাষা চাড়া অজ্ঞতাভেগে প্রকাশ করা সম্ভব। তবে বৈজ্ঞানিক জগৎ সম্বন্ধে যে সমস্ত ধারণা আমাদের মৈনসব থেকেই পড়ে উঠেছে এবং বা আমরা সুপ্রাচীন যুগ থেকে—এমন কি, হরতো আমাদের প্রাক-বহুত যুগের পূর্বপুরুষদের কাছ থেকে পেয়েছি, সেই সব ধারণার আসল পরিবর্তন না হলে এই প্রত্যয়গুলিকে গ্রহণকর করা সম্ভব নয়। পৃথিবী যে স্থির নয় এবং জ্যোতিষতত্ত্বনী যে পৃথিবীর চারপাশে আবর্তন করে না—কোপারনিকাস যখন এই তত্ত্ব উপস্থাপিত করেন,

তখনও মহাকাশচরিত্র পূর্বকার ধারণাবলীর অহুতপ পরিবর্তনের প্রয়োজন হয়েছিল। এখন অন্য কোপারনিকাসের তত্ত্ব আমাদের কাছে বোটেই হুঁসোখা নয়। এই তত্ত্বের সঙ্গে বহু দিনের পরিচিতির কলে আমাদের মানসিক অভ্যাসগুলি এমন তাই পড়ে উঠেছে যে, আমরা স্বতাবতঃই এই তত্ত্বের সঙ্গে সঙ্গতি রেখে চিন্তা করি। তেমনি আগামী দিনে যারা আইনস্টাইন তত্ত্বের সঙ্গে পরিচিত হয়ে বড় হয়ে উঠবে, তাদের কাছে এই আইনস্টাইন-তত্ত্বও এত হুঁসোখা লাগবে না।

তুগুঠ সংকোচ অহুতত্বানকার্বে আমরা ইঞ্জিনিয়ারিকে বিশেষ করে স্পর্শের ও ঘর্ষণেরিককে ব্যবহার করি। প্রাক-বৈজ্ঞানিক যুগ থেকে বহুতত্ত্বের অংশবিশেষ বৈজ্ঞানিক কাছ থেকে ব্যবহৃত হয়ে এসেছে এবং এক দৃষ্ট



এক হাত ইত্যাদির সংজ্ঞা আবার এই ভাবেই পেরেছি। অধিকতর দূরত্বের ক্ষেত্রে সেই দূরত্ব অতিক্রম করতে বড়টা সবর লাগে, সেই সময়টাকে দূরত্বের পরিমাপ নিরূপণে বিবেচনা করা হয়। দূরির সাহায্যে আবার বোটারুটীভাবে দূরত্বের পরিমাপ স্থির করি। কিন্তু এই পরিমাপকে নিরুপলভাবে জানতে গেলে আবার স্পর্শজিয় ব্যবহার করি। স্পর্শই বস্তুর অস্তিত্ব সম্পর্কে প্রত্যয় জ্ঞান। কেবলমাত্র জ্যামিতি ও পদার্থ-বিজ্ঞান নয়—আমাদের বাইরে বা কিছু আছে তার সম্বন্ধে আমাদের জ্ঞান স্পর্শের উপর নির্ভরশীল।

জ্যোতিষশাস্ত্রী সম্পর্কে জ্ঞান অর্জনে দর্শন-জিয় হাড়া অস্ত্র ইজিরগুলি একেজো হয়ে যায়। যে জ্যামিতি ও পদার্থবিজ্ঞান কুণ্ডলের ক্ষেত্রে উপযোগী হয়েছিল এবং যা স্পর্শ ও বিভিন্ন ঘটনার ব্যবধান অতিক্রম করার সজ্জা-ব্যস্তার উপর প্রতিষ্ঠিত ছিল—সেই জ্যামিতি ও পদার্থবিজ্ঞান জ্যোতিষজ্ঞানীরা বিনা বিচার জ্যোতিষশাস্ত্রী সম্পর্কে অহসস্ফূর্তের কাজে ব্যবহার করেন। কলে বৈজ্ঞানিক চিন্তার ক্ষেত্রে একটা মুক্তিলাভ বেধে যায় এবং আইনস্টাইনই তার সমাধান করেন। দেখা গেছে যে, স্পর্শজাত প্রত্যয়গুলির অধিকাংশ মুক্তিলাভ ও বিজ্ঞানসম্মত নয়। নৈসর্গিক ভগ্নতের আসল রূপটাকে বুঝতে হলে স্পর্শজাত প্রত্যয়ের অনেকগুলিকে বাহ্য দিতে হবে। আপেক্ষিকতা-বাদকে সম্যকরূপে বুঝতে হলে আমাদের, সাধারণ জীবনে যে ধারণাগুলির উপযোগিতা রয়েছে, তার অনেকগুলির প্রত্যয় থেকে নিষেধের মুক্ত করতে হবে। এই প্রত্যয়গুলির বিলোপের উপরই আপেক্ষিকতাবাদের উপলব্ধি অনেকাংশে নির্ভরশীল।

বিভিন্ন প্রকারের ধানিকটা আকস্মিক কারণেই কুণ্ডলের বিশেষ অবস্থা কতকগুলি জ্ঞাত ধারণার

পট্ট করেহে। জ্ঞাত হলেও এই ধারণাগুলিকে চিন্তার ক্ষেত্রে অপরিহার্য বলে মনে হয়েহে। এই বিশেষ অবস্থার প্রবানতম বৈশিষ্ট্য হচ্ছে, কুণ্ডলের উপর সীমাবদ্ধ দৃষ্টিতে কুণ্ডলস্থিত বস্ত-গুলির অধিকাংশ বোটারুটি অপরিবর্তিত ও প্রায় স্থিতিশীল থাকে।

এ না হলে এক হান থেকে অস্ত্র হানে বাওয়ার কোন সুনির্দিষ্ট অর্থহতো না। আপনি যদি আসানসোল থেকে কলকাতার বেতে চান, আপনি জানেন যে, আসানসোল সর্বদা যেখানে আছে—তাকে সেখানেই দেখতে পাবেন, অর্থাৎ অস্ত্র হানের সম্পর্কে আসানসোলের আপেক্ষিক অবস্থান পূর্বের মতই থাকবে। পূর্বে যখন কলকাতার গিরেছিলেন, তখন রেললাইন যে পথ দিয়ে গিরেছিল সেই পথ দিয়েই যাবে, অর্থাৎ আসানসোল ও কলকাতার মধ্যে যে সব হান আগে ছিল, সেগুলি এখনও থাকবে। আর এমন হবে না যে, কলকাতার শিরালদহ কানিঘাটে চলে যেয়ে থাকবে অর্থাৎ কলকাতার বিভিন্ন অংশের আপেক্ষিক অবস্থান পূর্বের মতই থাকবে। অতএব আপনি ভাববেন ও বলবেন যে, আসানসোল থেকে কলকাতার এলেন। কিন্তু কলকাতা আপনার কাছে এলো—এটা ভাববেন না। যদিও এই কথাটাও সন্ধানভাবে সত্য। সাধারণ জ্ঞান থেকে উদ্ধৃত এই ধারণা-কতার সাধল্য ঘটনাচক্রেই হয়েহে। আসান-সোলের বাড়ীগুলি যদি এক ঝাঁক ঘোঁষা-হির-মত সর্বদা ইতস্ততঃ ঘুরে বেড়াতো, আর রেল-লাইনগুলি যদি এদনি করে ইতস্ততঃ ঘুরে বেত ও তাদের আকৃতি পরিবর্তিত হতো এবং সব শেষে যদি বস্তগুলি দেখাশির মত সর্বদা গলিত হতো ও তেহে ইকরা ইকরা হয়ে বেত, তা হলে আসানসোল থেকে কলকাতার বাজা বললে—কোন অর্থই বোঝাতো না। তখন আপনি প্রথমেই ভাবতেন যে, আসানসোল এখন



কোথায়? কলকাতা নগরে সেই একই গ্রন্থ উঠতো। আরও গ্রন্থ উঠতো—কলকাতার মানিক-তলা হরতো এতকবে কলকাতার চলে গেছে এবং তালহাটসি কোয়ার গেছে হরতো ভাববৎ হারবারে। অতঃপর পবে তৈলনভলিত দ্বিধা থাকতো না—কেউ বা বকিয়ে, কেউ বা উত্তরে, কেউ বা পূর্বে ও কেউ বা পশ্চিমে যেন থেকেও হরতো ক্রতর গতিতে সরে যেত। এই অবস্থার কোন বিশেষ মুহূর্তে আপনি কোথায় আছেন বলতে পারতেন না। কেউ সর্বথা একটা বিশেষ স্থানে আছে, এই প্রকার বস্তু: কৃষ্ণের বৃহৎ বস্তু-গুলির স্থাবরতার উপরই প্রতিষ্ঠিত। কোন নির্দিষ্ট 'স্থান' যেমন আসানসোল বা কলকাতা বলতে বা বুঝায়, সেই ধারণার কোন বৈজ্ঞানিক প্রয়োজনীয়তা নেই। এটি একটা সুনির্দিষ্ট ধারণাও নয়—ব্যবহারিক প্রয়োজনে উপনীত একটা ঘোঁটাছুটি ধারণা।

যে স্থিতিশীলতার অহুত্ব আবার পাই, সেটি আমাদের চেতনশক্তির স্থলতার অভাবজনিত। আবার যদি ইলেকট্রন আপেক্ষা পূর্ব বৈশিষ্ট্যকারী না হতাম, তা হলে এই স্থিতিশীলতার অহুত্ব আবার পেতাম না; অর্থাৎ এই স্থিতিশীলতার অহুত্ব আবার চেতনশক্তির স্থলতা থেকেই উদ্ভূত। যে আসানসোলকে এখন আবার একটা কঠিন বস্তুরূপে দেখছি, তখন তাকে আমাদের মধ্যে দু-একজন গণিতবিদ হাড়া কেউ কলনাও করতে পারতেন না। এর যে কুহ টুকরাগুলি আবার তখন দেখতাম, সেগুলি হতো অতি স্থল বস্তুকণা, যেগুলি কখনও পরস্পরের সংস্পর্শে আসতো না এবং প্রত্যেক গতিতে পরস্পরের চতুর্দিকে ঘুরে বেড়াতো। বর্তমান অগতের যে নবত্ব স্থানকে আবার দ্বিধা দেখছি, তাহা বা তাদের বিভিন্ন অংশ ইত্যদ্য: ঘুরে বেড়ালে অগত নবত্ব আবারের বৈশিষ্ট্য অতিবাহিত হতো, আবার যদি ইলেকট্রনের প্রায়, ক্রমিক

হতাম, তাহলেও অগত নবত্ব আবারের অহুত্ব ধারণাই হতো।

অপর পক্ষে আবার যদি পূর্বের প্রায় পূর্ব বৃহৎকার ও বীর্ঘ্য হতাম এবং আবারের অহুত্ব যদি অত্যন্ত বীর গতিতে হতো, তাহলেও আবার একটা স্থিতিশীলতার এলোমেলো বিবর্তনাই দেখতাম। এই অবস্থার নবত্ব ও প্রকৃতির জীবন ও অবস্থানের সময়কে অত্যন্ত সামান্য বলই আবারের মনে হতো এবং তাহা সকালবেলার কুদামার বস্তু আসতো ও চলে যেত। পরস্পরের মধ্যে আপেক্ষিক অবস্থানের বিচারে বস্তুগুলি কোন বিশেষ স্থানে থাকতো না।

অগতের অত্যন্ত বস্তু জুগলার আবার পূর্ব ক্রমিক বা বৃহৎকার নই। এই কারণে অর্থাৎ আবারের বর্তমান আকারের ক্ষেত্রে এবং আবার যে প্রকৃতি বাস করি, তার উপস্থিতিগ ঠাণ্ডা হওয়ার কারণ আবার জুগলানুলকভাবে একটা স্থিতিশীলতার অহুত্ব পেয়েছি। এ না হলে আপেক্ষিকতাবাদের পূর্ববর্তী কালের পদার্থ-বিজ্ঞান আবারের জ্ঞানপিপাসা মিটিতে পারতো না বা ওই নব বৈজ্ঞানিক বস্তুগুলি একেবারেই অবিদ্যুত হতো না এবং বিজ্ঞান-চিত্তার বিবর্তন অস্ত পবে ঘটতো।

যদিও পূর্ব, চত্ব এবং নবজগতলী বহুরের পর বহুর বরে অবস্থান করে চলেছে, তবুও আবারের পরিচিত অগত থেকে অত্যন্ত বিবর্তিত অগতকে নিয়ে পদার্থোচ্চনা করতে হয় স্রোতিবিদ্যা আলোচনার ক্ষেত্রে। এখানে আবারের সম্পূর্ণরূপে নির্ভর করতে হয় পৃষ্ঠের বা বর্ণনেনিরের উপর—অন্ত ইঞ্জিরগুলি একেবারে একেবারে হয়ে যায়। আকাশের যে কোন বস্তু অস্ত বস্তুর সম্পর্কে আপেক্ষিকভাবে স্থিতিশীল। পৃথিবী পূর্বের চারদিকে ঘুরছে, পূর্বের হারকিটলিন নবজগতলের অন্তর্গত কোন বিন্দুর দিকে প্রত্যেক-বেগে ছুটে চলেছে। তারকাগুলি তীব্রত এক



বাক দুইটির মত ইচ্ছাতঃ দুটোছুটি করছে। আদানবদান বা কলকাতার মত বিশেষভাবে চিহ্নিত কোন স্থান আকাশে নেই। আদর্যা যখন তুপুটে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে বাতায়ত করি, তখন বলি ট্রেনগুলি চলে—ট্রেনগুলি চলে বলি না। আপেক্ষিক অবস্থানের বিচারে ট্রেনগুলি ও স্ট্রিকটবর্তী তুপুটের অতঃস্থানগুলির মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক অপরিবর্তিত থাকে। কিন্তু জ্যোতির্বিজ্ঞা আলোচনার ক্ষেত্রে কাকে গতিশীল ও কাকে স্থির বলবেন—এই সম্বন্ধে কোন নিরূপক নীতি নেই—এটা নির্ভর করে সম্পূর্ণরূপে সুবিধা-অসুবিধা এবং প্রচলিত বিধির উপর।

এই বিষয়ে আইনস্টাইন ও কোপারনিকাসের মধ্যে তুলনা বিশেষ কৌতুকপ্রদ। কোপারনিকাসের পূর্ববর্তী যুগের লোকে ভাবতো যে, পৃথিবী স্থির ও জ্যোতিষ্কমণ্ডলী তার চারদিকে ঘিরে একবার ঘোরে। কোপারনিকাস বলেন যে, প্রকৃতপক্ষে পৃথিবী দিনে একবার ঘোরে এবং সূর্য ও নক্ষত্রমণ্ডলী কেবলমাত্র আপাত-গতিতেই ঘুরছে, বলে মনে হয়। গ্যালিলিও ও নিউটন এই মত সমর্থন করেন। পৃথিবীর যেকোনো বিন্দুর চ্যান্টাচার ও নিরক্ষরেখার নিকটবর্তী অকল আপেক্ষা যেকোনো বস্তুসমূহ অতিক্রম করার ক্ষমতা হয়। ইত্যাদি ব্যাপারগুলিকে এই মতের সমর্থনে প্রমাণ বলে ভাখা হতো। কিন্তু আধুনিক মতে কোপারনিকাস ও তাঁর পূর্ববর্তীদের মধ্যে মতভেদ একটা সুবিধা-অসুবিধার ব্যাপার মাত্র। সমস্ত গতিই আপেক্ষিক। পৃথিবী দিনে একবার ঘোরে। আর জ্যোতিষ্কমণ্ডলী পৃথিবীর চারদিকে ঘিরে একবার ঘোরে—এই দুই বস্তুবোঝার মধ্যে মতভেদ কোন ভদ্রা নেই। এই দুই বস্তুবোঝার অর্থ মূলতঃ একই। পূর্বে স্থির ধরে নিলে জ্যোতির্বিজ্ঞা মত সহজে বোধগম্য হয়—পৃথিবীকে স্থির

ধরলে তা হয় না। কোপারনিকাসের মতকে এর চেয়ে বেশী ভক্ত্য দেবার অর্থ হলো নিরপেক্ষ গতির প্রত্যয়কে যেনে নেওয়া। নিরপেক্ষ গতির বাস্তব স্বপায়ণ অসম্ভব—একটা অলীক কল্পনা মাত্র। সমস্ত গতিই আপেক্ষিক। কেবল প্রচলিত প্রথা অনুযায়ী কোন বিশেষ বস্তুকে স্থির ধরে লওয়া হয়। এই সব প্রথার প্রত্যেকটি সমস্তভাবে গ্রহণযোগ্য, যদিও প্রত্যেকটি সমস্তভাবে সুবিধাজনক নয়।

কেবলমাত্র দর্শনজিহ্বের উপর সম্পূর্ণরূপে নির্ভরশীল হবার কালে জ্যোতির্বিজ্ঞা একটা বিশেষ ভক্ত্যপূর্ণ বিষয়ে তুপুট সংক্রান্ত পদার্থবিজ্ঞা থেকে একেবারে ভিন্ন। সাধারণ মানুষের চিন্তার এবং পূর্ববর্তী যুগের পদার্থবিজ্ঞার 'বল' সংক্রান্ত প্রত্যয় একটা বিশেষ স্থান দখল করেছিল। অতি পরিচিত অসুস্থতির সঙ্গে জড়িত হবার কালে 'বলের' প্রত্যয় আদানের কাছে সহজেই বোধগম্য বলে মনে হতো। আদর্যা যখন ভ্রমণ করি, তখন বাৎসরিকের সঙ্গে জড়িত কিছু অসুস্থতির সূচক হয়, আদর্যা বলে থাকলে তা হয় না। বার্ষিক পরিবহনের পূর্ববর্তী যুগে মানুষ অখটানিত গাড়ীতে ভ্রমণ করতো। তখন তারা বোড়াকে কসরৎ করতে এবং স্ট্রাইটাই 'বল' প্রয়োগ করতে দেখতো। টেলো দেওয়া বা টান দেওয়া বা টেলো বাওয়া বা টান বাওয়া বলতে কি বোঝার—তা প্রত্যেকে অভিজ্ঞতা থেকেই জানেন। অত্যন্ত পরিচিত এই ব্যাপারগুলির ক্ষেত্রে 'বল' গতি-বিজ্ঞানের বাস্তবিক তিষ্ঠি বলে বিবেচিত হতো। কিন্তু নিউটনের অভিকর্ষ তত্ত্ব একটা সুস্থির বাধিয়ে দেয়। অপর ব্যক্তির গায়ে থাকা দিলে তখন লাগে—তা আদর্যা জানি। অতএব দুটি নিম্নার্ত বলের সম্বন্ধে 'বল' কি—আদর্যা তা উপলব্ধি করতে পারি। কিন্তু নয় মত কিং লক বাইল দুইয়ের ব্যবহারে অবস্থিত সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যেকার 'বল'



একটা কুহেলিকা। এতটা দূরত্বের ব্যবধানে এই ক্রিয়াকে নিউটন অসম্ভব বলে মনে করতেন। তাঁর বিশ্বাস ছিল যে, পূর্ব একটা অজানা প্রণালীতে গ্রহগুলির উপর তার প্রভাব বিস্তার করে। বা হুঁক—এই ধরনের কোন প্রণালীর সন্ধান পাওয়া যায় নি এবং অতিকর্ষ একটা রহস্য হয়ে গেছে। আসল ব্যাপারটা হচ্ছে ‘বলের’ সামগ্রিক প্রভাবটাই ভুল। আইনস্টাইনের অতিকর্ষতে পূর্ব গ্রহগুলির উপর কোন ‘বল’ প্রয়োগ করে না এবং গ্রহগুলি তাদের সঠিকটরতী অকলে যে অংঘার সম্মুখীন, সেই অবস্থার অঙ্গুণী হয়ে চলে। স্পর্শ থেকে পাওয়া জ্ঞাত ধারণাসমূহের ক্ষেত্রে ‘বল’ সংজ্ঞাত প্রভাব উদ্ভূত হয়েছে।

পদার্থ-বিজ্ঞানের বস্তুট অগ্রগতি হয়েছে, তবুই এটা অবিকতর স্পষ্ট হয়েছে যে, বস্তু সবচেয়ে ঘোল ধারণার উৎস হিসাবে স্পর্শ অপেক্ষা দৃষ্টি কম বিজ্ঞাতিকর। হুঁট বিলিয়ার্ড বলের সংঘর্ষ আপাতদৃষ্টিতে খুবই সহজ ব্যাপার। কিন্তু এই ধারণা সম্পূর্ণ অসীক ও বিজ্ঞাতিকর। আসলে বিলিয়ার্ড বল হুঁট আদৌ পরস্পরকে স্পর্শ করে না। বা ঘটে তা অভাবনীয়রূপে ভটল এবং সৌরজগতের বস্তু একটা দূরত্বের দূরে আবার বেরিয়ে গেলে বা ঘটে—তার অঙ্গুণ। আঘাত সাধারণ জ্ঞানে যা ঘটে বলে মনে করি, তার সঙ্গে আসলে বা ঘটে—তার ততটা মিল নেই।

আঘাত পূর্বে বা বলেরি, তার অবিকার্যই

আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতা উদ্ভাবনের আগেও পদার্থ-বিজ্ঞানীরা স্বীকার করতেন। ‘বল’ একটা গাণিতিক বল বা হিসাবেই বিবেচিত হতো এবং গতিকে সাধারণভাবে একটা আপেক্ষিক ব্যাপার বলেই ভাবা হতো। হুঁট বস্তু যখন তাদের আপেক্ষিক অবস্থানের পরিবর্তন করছে, তখন বল বায় না একটা বস্তু চলছে এবং অপরাধী হির আছে। ব্যাপারটা কেবলমাত্র তাদের পারস্পরিক সম্পর্কের পরিবর্তন। কিন্তু এই সব প্রভাবের সঙ্গে বাস্তবে অসম্ভব পদার্থ-বিজ্ঞানের নিয়মগুলির সঙ্গতি স্থাপন করতে প্রচুর প্রয়াসের প্রয়োজন ছিল। নিউটন ‘বল’ এবং ‘স্থান’ ও ‘কালের’ নিরপেক্ষতার বিশ্বাস করতেন এবং তাঁর উদ্ভাবিত প্রয়োগবিধির মাধ্যমে এই প্রভাবগুলিকে রূপ দেন। নিউটনের প্রয়োগবিধিগুলিই পরবর্তী কালের পদার্থ-বিজ্ঞানীরা অঙ্গুণ করতেন। নিউটন যে ঘোল প্রভাবগুলির উপর ভিত্তি করে তাঁর দৃষ্টান্ত উদ্ভাবন করেন, আইনস্টাইন সেই সব প্রভাবের উপর নির্ভর না করে তাঁর নতুন দূর আবিষ্কার করেন। এই ক্ষেত্রে আইনস্টাইনকে ‘সরগতিত কাল থেকে স্থান’ ও ‘কাল’ সবচেয়ে যে সমস্ত ধারণা অবিসংবাদিতরূপে চলে আসছিল, সেই সব ধারণার ঘৌলিক পরিবর্তন করতে হয়েছিল। এখানেই তাঁর ‘তত্ত্বের ভটিল ও অভিনব’।

[৩০৮টাও রাসেলের ‘এ, বি, সি অব রিলেটিভিটি’ অবলম্বনে লিখিত]



# গোলকের আয়তন নির্ণয় : একটি চীনা পদ্ধতি

সিতাংশুবিদ্যল করজাই ও নীতীশ পাল\*

বর্তমানে আমরা আর্কিমিডিসের দ্বারা প্রচলিত  
অতি সহজেই গোলকের আয়তন পরিমাপ  
করতে পারি। কিন্তু তার পূর্বে একজন আয়তন  
পরিমাপ করা খুব সহজ ছিল না। বহু বছর  
পূর্বে একজন চৈনিক গণিতজ্ঞ হু চাং চী কিতাবে  
গোলকের আয়তন পরিমাপ করার পদ্ধতি  
আবিষ্কার করেছিলেন, সে সম্বন্ধেই নীচে বিস্তারিত  
বিবরণ দেওয়া হলো :—

একটি গোলকে আমরা অনেকগুলি স্তরের  
দুপ যেন ভাবতে পারি। একটু খুলেই বলি।  
একটি স্তরগোল আলু নিয়ে তাকে ঝটতে  
প্রথমবারের সমান্তরালভাবে পর পর কাটতে  
থাকলে আমরা কি পাব? পাব নিশ্চয়ই  
কতকগুলি গোল আলুর চাকতি। যাদের  
টুকরাটি হবে সবচেয়ে বড়, তার পরের দু-  
পাশের দুটি অপেক্ষাকৃত ছোট, তাদের পরের  
দুটি আরো ছোট। উক্ত আলুটি কাটবার  
আগে ছিল গোলক। কেটে পেলান কতকগুলি  
স্তুপ। এবার এই স্তুপগুলি যদি ঠিক বড় ছোড়া  
বায়, তবে আবার সেই পুরনো গোলকই পাব।  
আচ্ছা, এবার ঐ স্তুপগুলিকে আমরা স্তরের  
ব্যানের সমান দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট বর্গক্ষেত্র দিয়ে প্রতি-  
স্থাপন করতে পারি। যাদের স্তরের ব্যাস  
যদি  $r_1$  হয়, তবে তার পরিসিখিত বর্গক্ষেত্রের  
বাহুর দৈর্ঘ্য হবে  $r_1$ । যদি পরের প্রতি ছোড়া  
স্তরের ব্যাস বাক্যক্রমে  $r_2, r_3, \dots$  হয়, তবে তাদের  
পরিসিখিত বর্গক্ষেত্রের বাহুর দৈর্ঘ্যও হবে  $r_2,$   
 $r_3, \dots$ । একটা বোঝার আর বলা নিম্নরূপে  
যে,  $r_1, r_2, \dots$  এর চেয়ে বড়;  $r_2, r_3, \dots$  এর চেয়ে  
বড় অর্থাৎ অঙ্কের তাহার  $r_1 > r_2 > r_3, \dots$   
এখন এই  $r_1$  বাহুর বর্গক্ষেত্রকে বাস্তবানে রেখে

তার দু-পাশে  $r_2$  বাহুবিশিষ্ট বর্গক্ষেত্র তাদের  
দু-পাশে  $r_3$  বাহুবিশিষ্ট বর্গক্ষেত্র...। এইভাবে যদি  
জুড়ে বাই তাহলে একটা নূতন ঘনবস্ত্র পাব।  
এই নূতন ঘনবস্ত্রটার প্রতিটি টুকরা গোলকের  
কোন না কোন টুকরার সমান। চীনা গণিত-  
বিদেরা এই ঘনবস্ত্রটার নাম দিয়েছিলেন  
মোহেফাংগাই (Mouhefanggai)। চীনা  
গণিতবিদেরা আরো একটা ঘনবস্ত্রের কথা  
জানতেন। তাঁরা এর নাম দিয়েছিলেন ইয়ান্‌গা  
(Yangma)। এই ইয়ান্‌গা হচ্ছে এমন একটা  
ঘনবস্ত্র, যাকে যদি কোর উচ্চতার (যদি বা  $h$ )  
হবে করা যায়, তবে ছেদিত অংশের ভূমি হবে  
 $h$  বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্র। চৈনিক গণিত-  
শাস্ত্রে বলা আছে যে, একটি ঘনকে তিনটি  
ইয়ান্‌গাতে বিভক্ত করা যায়। এখন একটি স্তরের  
ক্ষেত্রকল— $\pi r^2$  (  $r$  স্তরের ব্যাসার্ধ )

স্তরের পরিসিখিত বর্গক্ষেত্রের ক্ষেত্রকল— $4r^2$ ।  
আগেই বলেছি, গোলক আর মোহেফাংগাই  
হচ্ছে কতকগুলি স্তর ও তাদের পরিসিখিত  
বর্গক্ষেত্র নিয়ে তৈরি। সুতরাং

$$\text{গোলক : মোহেফাংগাই} = \pi : 4 \rightarrow (1)$$

গণিতজ্ঞ লিউ হুই (Liu Hui) এখনে  
মোহেফাংগাইয়ের চিত্রটি ঠিকবস্ত্র দ্বারা পেরে  
ছিলেন। তিনি হু চাং চী হু-প' বছর  
পূর্বে বলেছিলেন। কিন্তু হু চাং চী-ই গোলক  
পরিমাপের বস্ত্র কট্টন কাপড়টি সমাধান  
করেছিলেন।

হু চাং চী মোহেফাংগাইটিকে আটটি সম-  
পরিমাপি ভাগে ভাগ করেছিলেন। প্রত্যেক



ভাগে থাকবে একটি বর্গাকৃতি ভূমি, দুটি খাঁড়া বহির্ভাগ এবং দুটি বর্গাকৃতির বহির্ভাগ। বহি মূল পোলকের ব্যাসার্ধ  $r$  হয়, তবে বর্গাকৃতি ভূমির বাহুর দৈর্ঘ্য  $r$  হবে এবং প্রত্যেক খাঁড়া বহির্ভাগ  $r$  ব্যাসার্ধবৃত্ত বৃত্তের এক-চতুর্থাংশ হবে।

এখন আমরা যাকহেফাকাইয়ের অষ্টবাংশটিকে একটি ঘনকের ( $r$  ব্যাসার্ধবিশিষ্ট) মধ্যে স্থাপন করে তাদের ঘন-পার্শ্বক্য বের করি।  $h$  উচ্চতার যাকহেফাকাইয়ের অষ্টবাংশটির ক্ষেত্রিত অংশের ভূমি  $x^2$  কেন্দ্রবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্র (বর্গক্ষেত্রের বাহুটি  $x$  হলে) হলে ঘন-পার্শ্বক্যটির কেন্দ্রকল হবে  $r^2 - x^2$ । কিন্তু যাকহেফাকাইয়ের অষ্ট-

বাংশের একটি খাঁড়া বহির্ভাগকে ঘন ঘন চিত্রা করলে আমরা দেখতে পাব— $h$ ,  $x$ ,  $r$  একটি সমকোণী ত্রিভুজের তিনটি বাহু এবং  $r$  তার অভিক্ষেপ অর্থাৎ  $r^2 - x^2 = h^2$ । সুতরাং ঘন-পার্শ্বক্যের কেন্দ্রকল  $= h^2$  অর্থাৎ ঘন-পার্শ্বক্যটি একটি ইরাক্ষা। এইভাবে হু ১৭ টি একটি সমীকরণ পেলেন

$$r^2 - \frac{1}{8} \text{ যাকহেফাকাই-ইরাক্ষা} \rightarrow (2)$$

এখন একটি ঘনক তিনটি ইরাক্ষার সমান :  
সুতরাং ইরাক্ষা  $= \frac{1}{8} r^2 \rightarrow (3)$

$$(1), (2) \text{ এবং } (3) \text{ থেকে আমরা পাই}$$

$$\text{পোলক} = \frac{1}{8} \pi r^3$$

## শিঞ্জর যৌগ

### চিঞ্জর ভট্টাচার্য্য

দুটি ভিন্ন ধর্মী বস্তু যখন সরল অথচ নির্দিষ্ট অল্পপাতে উল্লতহি থাকে আর তারা যদি সহজে পরস্পরের থেকে বিচ্ছিন্ন হতে না পারে, তাহলে রাসায়নিক যৌগ গঠিত হয়।

তাই যদি হয়, তাহলে যথা থাক, বীচার মধ্যে একটি পানী আছে। দুটি ভিন্ন ধর্মের বস্তু, বীচা আর পানী পেরেছি। এদের অল্পপাত সরল—1:1। এরা পরস্পরের কাছ থেকে সহজে বিচ্ছিন্ন হতে পারে না। তাহলে এরা যৌগ কি?

সাধারণত: রাসায়নিক যৌগ গঠনকালে ইলেকট্রনের কোন না কোন একটি ভূমিকা থাকে। রাসায়নিক যৌগ গঠনের সময়ে একটি পরমাণু থেকে ইলেকট্রন বেরিয়ে এসে ভিন্ন ধর্মের একটি পরমাণুতে যুক্ত হয় অথবা একজোড়া, কখনও কখনও দুটির বেশি, অত্যন্ত বিলম্ব করে

একটি ইলেকট্রন ভিন্ন ধর্মের পরমাণুর দৃশ্য দখলে থাকে।

এখন কয়েকটি যৌগ পাওয়া গেছে, যেখানে এক ধর্মের অণুর কেলাসের মধ্যে ভিন্ন ধর্মের অণু আটক পড়ে। অথচ এই দুই ধরনের অণুর মধ্যে ইলেকট্রন দেওয়া-নেওয়া হয় না—অথবা তাদের দৃশ্য দখলে কোন ইলেকট্রনও থাকে না। তবুও উভয়ে বিলে রাসায়নিক যৌগের মত পদার্থ সৃষ্টি করে। এখন প্রকার অণুর বর্মই যোঁটানুটি এই নতুন বস্তুটির ধর্ম। ইংরেজীতে এদের নাম ক্লাথ্রেট (Clathrate) কম্পাউন্ড। ক্লাথ্রেট কথ্যাটল্যাটিন ক্লাথ্রেটাস (Clathratus) থেকে এসেছে—তার মানে হলো, বীচার জাকরি বা উজনের শিক দিয়ে আটকানো বা আবদ্ধ।

• রসায়ন বিভাগ, ককনগর মহাবিদ্যালয়, ককনগর, মণীয়া।



এদের বাংলা নাম আবার দিতে পারি নিজর বোঁগ বা খাঁচা বোঁগ।

এই ধরনের বোঁগ গঠনে যদিও ইলেকট্রনের কোন ভ্রমিকা থাকে না, তবুও কোন কোন নিজর বোঁগের দুটি ভিন্ন ধর্মের অণু যথো হাইড্রোজেন বন্ধন থাকতে পারে। অবশ্য হাইড্রোজেন বন্ধন যখন সৃষ্ট হয়, তখনও ইলেকট্রন দেওয়া-নেওয়া বা যুগ্মভাবে ইলেকট্রন বণল রাখবার প্রয়োজন হয় না।

কুইনল (Quinol) একটি জৈব বৌগিক পদার্থ। এর সংকেত  $C_9H_6O_4$ । এটির জলীয় দ্রবণ থেকে এর কেলাসন সম্ভব। কেলাসনের কালে এর দ্রবণের উপরে বায়ুর বয়লে আর্গন নামক নিজর গ্যাসটি 40 আটমোস্ফিয়ারের উচ্চ চাপে রেখে যে কেলাস পাওয়া যায়, সেই কেলাসে কুইনল আর আর্গন দুটাই পাওয়া যায়। কুইনল আর আর্গনের অল্পশক্তও সুনির্দিষ্ট থাকে। অথচ কেবলমাত্র বৌগিক পদার্থই বিভিন্ন উপাদানের অল্পশক্ত নির্দিষ্ট থাকে—বিশ্রমে এই অল্পশক্ত পরিবর্তনযোগ্য। কুইনল-আর্গন কেলাস 1 সে. মি. পর্যন্ত দীর্ঘ হয়। এই কেলাসে আর্গনের ভাগ সর্বদা শতকরা 9 ভাগ। কাজেই এর সংকেত দাঁড়ালে  $(C_9H_6O_4)_9 Ar_{0.1}$ ।

কুইনল অথবা আর্গন সাধারণতঃ অল্প কার্যকর সত্ত্বেও রাসায়নিক বিক্রিয়ার অংশ নেয় না। এই কেলাসের সত্ত্বেওই দেখলেই বোঝা যায় যে, এটি একটি সাধারণ রাসায়নিক বোঁগ নয়। কুইনল আর্গনের যথো ইলেকট্রন দেওয়া-নেওয়া হয় না বা এদের যথো ইলেকট্রন যুগ্ম বণলেও থাকে না। কারণ সত্ত্বেতে দেখা যাচ্ছে দুই প্রকারের অণুগুলির সংখ্যা কোন সুরল অল্পশক্ত সৃষ্টি করে নি—3:0.8 বা 15:4-কে সুরল অল্পশক্ত বলা যায় না—অথচ রাসায়নিক বোঁগ পরমাণু বা মূলকগুলির সংখ্যা সর্বদাই সুরল অল্পশক্ত থাকে।

এটিই নিজর বোঁগের একমাত্র উদাহরণ নয়,

আরও অনেক আছে। আর্গনের পরিবর্তে ক্রিটন বা জেনন গ্যাস রেখে অল্পশক্ত অবস্থায় কেলাসন করলে একই কল পাওয়া যায়—কুইনল কেলাসের যথো শতকরা 15.8 ভাগ ক্রিটন বা 26 ভাগ জেনন আটক হয়।

এর উঠতে পারে—এতদূর কি খেপ টেকসই? এই সব কেলাস এক বছরেরও বেশী রেখে দেওয়া যায়—নষ্ট হয় না। কিন্তু ভাগ দিলে কিংবা কোন দ্রবণে দ্রবীভূত করলেই নিজর গ্যাসটুকু বেরিয়ে যায়; অথচ কুইনলের রাসায়নিক ধর্ম ও এই সব নিজর বোঁগের রাসায়নিক ধর্ম অভিন্ন।

সাধারণ বিত্ত কুইনলের কেলাসের আকৃতি ও এই সব নিজর বোঁগের কেলাসের আকৃতি ঠিক একরকম নয়। এই বোঁগে কুইনলের একটি বিশেষ আকৃতির কেলাস তৈরি হয়ে যায়—তার নাম বিটা রূপ—এই আকৃতি বিত্ত কুইনলের আকৃতি থেকে ভিন্ন। এই বিশেষ ধরনের কুইনল কেলাসে কিছু কিছু কীকা জায়গা থাকে। ঐ কীকা জায়গাটুকুতেই আর্গন বা ক্রিটন বা জেননের পরমাণুগুলি আটক হয়। কুইনলের আণবিক আয়তন নির্দিষ্ট, আবার কেলাসের আকৃতিও নির্দিষ্ট। কাজেই কুইনলের কেলাসের যথো কীকা জায়গাটুকু ছোট-বড় হয় না—সব সময়ে একই আয়তনের হয়। আর্গনের পারমাণবিক আয়তনও অপরিবর্তনীয়। কাজেই এই কীকা জায়গাটুকুতে কয়টি আর্গন পরমাণু থাকতে পারে তাও স্থির হয়ে যায়। এভাবে এই নিজর বোঁগটিকে কুইনল অণু ও আর্গনের পরমাণুর সংখ্যাঘরের অল্পশক্ত সুনির্দিষ্ট হয়ে যায়।

কুইনলের কীদে কি সবাই বরা পড়ে? অথবা কুইনল ছাড়া আর কোন বোঁগ এরকম নিজর তৈরি করে কি? আর্গন, ক্রিটন বা জেনন—এতদূর কুইনলের কীদে বরা পড়ে, কিন্তু অপর দুটি নিজর গ্যাস, হিলিয়াম আর নিয়ন, এই কীদে বরা পড়ে না। এদের নিয়



কুইনলের কোন শিল্পের বৈশিষ্ট্য তৈরি হয় না। হিলিয়ার বা নিয়নের পরমাণু, আর্গন, ক্রিপ্টন বা জেননের পরমাণুর চেয়ে অনেক ছোট। সঠিক বোঝা যায়, কুইনলের কার্বন, হাইড্রোজেন আর অক্সিজেনের পরমাণুগুলির মধ্যে যে আণবিক বন্ধ আছে, তার মধ্যে দিয়ে হিলিয়ার বা নিয়নের পরমাণুগুলি বেড়িয়ে যেতে পারে—আর্গন, ক্রিপ্টন বা জেননের পরমাণুগুলি বেড়িয়ে যেতে পারে না। তাছাড়া কুইনল যে তথু এই তিনটি নিজস্ব গ্যাসের সঙ্গে শিল্পের বৈশিষ্ট্য তৈরি করতে পারে, তা নয়—অক্সিজেন, নাইট্রিক অক্সাইড, সালফার ডাই-অক্সাইড, হাইড্রোজেন ক্লোরাইড, হাইড্রোজেন ব্রোমাইড, কবিক অ্যান্টিড, বিথাইল সাইনাইড—এরাও আলাদা আলাদা ভাবে কুইনলের কোলাসে আটক হয়ে শিল্পের বৈশিষ্ট্য তৈরি করে। এই সব বৈশিষ্ট্যের মধ্যে কুইনল-সালফার ডাই-অক্সাইড বৈশিষ্ট্যটি ১৮৪৩ সালে ওলারের হাতে তৈরি হয়েছিল, কিন্তু তখনকার বিজ্ঞান-জ্ঞানের পট-ভূমিতে এর বিভিন্ন গঠন সম্বন্ধে তাঁর কোন ধারণা করা সম্ভব ছিল না।

কেবল কুইনলই যে এই ধরনের বৈশিষ্ট্য দেয়, তা নয়। আরোম্যাটিক নাইট্রো বৈশিষ্ট্যের সম্বন্ধে ধরা পড়ে অনেকে—হাইড্রোজেন সালফাইড, হাইড্রোজেন ক্লোরাইড, হাইড্রোজেন ব্রোমাইড, সালফার ডাই-অক্সাইড, কার্বন ডাই-অক্সাইড, ইথিলিন। ২:৪:৬ ট্রাইনাইট্রোবেনজিন আইকে যাবে আরোম্যাটিক হাইড্রোকার্বনের। ননো-অ্যান্টিমো নিকেল (II) সায়ানাইড  $[Ni(NH_3)(CN)_2]$ -এর কোলাস আইকে দেখে বেনজিন, ফুরেন, পাইরোল, অ্যানিলিন আর কেরলকে। কিন্তু এটি টুলুইনকে ধরে গ্রহণ করতে পারে না। এই শিল্পের বৈশিষ্ট্য তৈরি করে বেনজিন টুলুইনের নিজস্ব থেকে দুটিকে পৃথক করা যায়।

শিল্পের বৈশিষ্ট্য তৈরি হয় এভাবে—প্রথমত:

কোন একটি পদার্থ, যেমন—কুইনল, বিভিন্ন আকৃতির কোলাস তৈরি করে। এই কোলাসের বিভিন্ন গঠনপ্রকৃতির মধ্যে এর কয়েকটি অণু একটি শিল্পের আকৃতি নেয়। অণুগুলির মধ্যে একটি বীজা জায়গা থাকে, কিন্তু এই বীজা জায়গাটার সব দিকেই এই অণুগুলি একটি আবরণের সৃষ্টি করে। কোলাস সৃষ্টিকালে যদি অণুর একটি পদার্থ উপস্থিত থাকে, যার অণু এই বীজা জায়গাটার চেয়ে ছোট, তাহলে তারা এই বীজা জায়গাটার মাটক হয়ে যায়। দ্বিতীয় শ্রেণীর পদার্থের অণু অত্যন্ত ছোট হলে অবশ্য এরা চারদিকের অণু-পরমাণুগুলির বীজের মধ্যে দিয়ে বেড়িয়ে আসে। সে ক্ষেত্রে শিল্পের বৈশিষ্ট্য তৈরি হয় না। কিন্তু দ্বিতীয় ধরনের অণু অত্যন্ত ছোট না হলে তারা এই কোলাস থেকে বেড়িয়ে আসতে পারে না—সঠিক হয় শিল্পের বৈশিষ্ট্যের। প্রথম আর দ্বিতীয় পদার্থ পরস্পরের কাছ থেকে বিচ্ছিন্ন হতে পারে না—যদ্যপি কোলাস আটক থাকে। তরল বা দ্রবীভূত অবস্থায় কোলাস তৈরি হয়—শিল্পের বৈশিষ্ট্যেরও অস্তিত্ব থাকে না তখন।

অবশ্য দ্বিতীয় শ্রেণীর পদার্থ যখন উপস্থিত থাকে না, তখন প্রথম শ্রেণীর পদার্থের অণুগুলি একটি ভিন্ন আকৃতির কোলাস সৃষ্টি করতে পারে। যেমন আর্গনের উপস্থিতিতে কুইনলের অণুগুলি যে কোলাসের সৃষ্টি করে, তার মধ্যে বীজা জায়গা থাকে, কিন্তু আর্গনের অণুগুলিতে কুইনলের কোলাস ভিন্ন রূপ নেয়—কোলাসের মধ্যে কোন বীজা জায়গা থাকে না। যেন হচ্ছে—হয়তো আর্গনের পরমাণু কোলাসের কাছ করে—যার এই পরমাণুগুলির চারদিকে কুইনল কোলাস বীজে বীজে গড়ে তঠে।

এই সব শিল্পের বৈশিষ্ট্য কোনটাই সাধারণ অর্থে রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য নয়। অথচ প্রতি ক্ষেত্রেই প্রথম উপাদানের আণবিক আয়তন আর কোলাসের গঠন বীজা জায়গাটুকুর আয়তন নির্দিষ্ট করে



দেখ বলে দুটি ভিন্ন পদার্থের অণুর সংখ্যার অল্পাধিক হির হয়ে থাকে।

আমাদের চেনা-জানা কোন কোন সৌদক (Hydrated) কেলসল আসলে পিঙ্গর যৌগ। সৌদক ক্লোরিন, বার সঙ্কেত হলো  $Cl_2 \cdot 7.3H_2O$ , এর উদাহরণ। বরফ-দীতল জলের মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস পাঠালে সবুজাভ হলুদ সৌদক ক্লোরিনের কেলস পাওয়া যায়। বহু পাঞ্জের মধ্যে 26°7' সে. তাপমাত্রা অবধি এটি অবিভক্ত থাকে। এটি দেবতে অনেকটা বরফেরই মত। কিন্তু এর আপেক্ষিক গুরুত্ব বরফের আপেক্ষিক গুরুত্বের চেয়ে অনেক কম। এর কেলসের আকৃতিও সাধারণ বরফের কেলসের আকৃতির চেয়ে আলাদা। এই কেলসে 46টি অণু যুক্ত হয়ে ছোট মাঝারি আর দুটি ছোট কীকা জায়গার সৃষ্টি করে। এই সৃষ্ট স্থানে যে শুধু ক্লোরিনই অতিথি হতে পারে তা নয়—আর্গন, ক্রিপ্টন, জেনন, সালফার ডাই-অক্সাইড, মিথাইল ক্লোরাইড এরাও পৃথক পৃথকভাবে স্থান পেতে পারে। কিন্তু অতিথি অণু যদি আর একটু যত্নসহিতনের হয়, যেমন ক্লোরোকর্ষ বা ইথাইল ক্লোরাইড—সৌদক কেলসের আর একটা ভিন্ন গঠন দেখা যায়। এই দ্বিতীয় ধরনের পিঙ্গর যৌগগুলিতে 131টি জলের অণু যুক্ত হয়ে আটটি মাঝারি সৃষ্ট স্থান আর বোলটি ছোট সৃষ্ট স্থানের সৃষ্টি করে এবং সেখানে অতিথি অণুগুলি আটক হয়। বিজ্ঞানীরা মনে করছেন, ক্লোরোকর্ষ তঁকলে আমরা যে জ্ঞান হারাই তার কারণ হলো, যত্নিকের মধ্যে জল ক্লোরোকর্ষের সঙ্গে এই ধরনের কোন যৌগ সৃষ্টি করে।

তু তুল বা বায়বীয় পদার্থ নয়, কোন কোন কঠিন পদার্থও পিঙ্গর যৌগে আটকে যায়। কয়েকটি লবণ, যেমন—টেট্রাঅ্যালকিল অ্যামোনিয়াম বা টেট্রাঅ্যালকিল সালফোনিয়াম

লবণ তাদের সৌদক কেলসে জলের অণু দিয়ে তৈরি পিঙ্গরের মধ্যে বন্দী থাকে। এইরকম দুটি যৌগ হলো সৌদক টেট্রা (—নর্মাণ বিউটাইল) অ্যামোনিয়াম বেঞ্জোয়েট,  $[(n-C_4H_9)_4N] C_6H_5CO_2 \cdot 39.5 H_2O$  আর সৌদক টেট্রা (—নর্মাণ বিউটাইল) সালফোনিয়াম হুয়োইড,  $[(n-C_4H_9)_4S]F \cdot 20H_2O$

এবার একটি প্রশ্ন উঠতে পারে—পিঙ্গর যৌগের কি কোন ব্যবহার নেই? এদের এখন একটি দুটি করে ব্যবহারিক সম্ভাব্যতার কথা জানা যাচ্ছে, যদিও কয়েক বছর আগেও এই পিঙ্গর যৌগগুলি সম্বন্ধে বলা হতো—এরা তত্ত্বগত মিক থেকে বেশ কৌতূহলের বস্তু হলেও এদের কোন ব্যবহারিক প্রয়োজন নেই। যেমন আর্গন-নিয়ন মিশ্রণ থেকে দুটিকে আলাদা করার ক্ষেত্রে কেবলমাত্র আর্গনের কোন কোন পিঙ্গর যৌগ সৃষ্টি করার সম্ভাব্যতার সুযোগ নেওয়া যেতে পারে। আবার এই ধরনের যৌগের কেলস নিয়ে কোন পদার্থের দুই-একটি অণুকে আলাদা করে নিয়ে তাদের বর্ষ সম্বন্ধে অতলতলান করা হয়। সাধারণ অবস্থায় আমরা কোন পদার্থের দুই-একটি অণুকে পৃথক করে রাখতে পারি না—বস্তু সামান্য একটুখানিই নিই বা কেন, তার মধ্যে বহু পরমাণু এবং অণু থাকে।

ফুইনল অক্সিজেনের পিঙ্গর যৌগের সাহায্য নিয়ে 1°K থেকে 2°K (প্রায় -272° সে. থেকে -2°3' সে.) পর্যন্ত তাপমাত্রায় অক্সিজেনের চৌম্বক বর্ষ পরীক্ষা করা সম্ভব হয়েছে। আবার এই ধরনের যৌগ সৃষ্টি করে অতি বিত্তম পদার্থ পাওয়া গেছে। মনো অ্যানিহো মিকেল (II) সাহায্যইড-বেজিন যৌগটি তৈরি করে  $99.992 \pm 0.002\%$  বিত্তম বেজিন পাওয়া গেছে। অতি বিত্তম অবস্থায় পদার্থের বর্ষ বিজ্ঞানীদের কাছে একটি কৌতূহলের বিষয়।



## বোলজ্‌ম্যান-ক্রবক (K)

সত্যোবস্তুস্বরূপে

বিজ্ঞান জগতের সমস্ত ক্রবককে বোটাছুটি হু-ভাগে ভাগ করা যায়। এক, পরম (Absolute) ক্রবক—যার মান সর্বদা অপরিবর্তিত থাকে অর্থাৎ এরূপ ক্রবককে পার্বত বা সনাতন ক্রবক বলা হয়। দুই, পর্তাবী (Conditional) ক্রবক—যার মান কোন একটা বিশেষ ক্ষেত্র বা অবস্থার কেবলমাত্র একটি ক্রবরাশি প্রদান করে। এরূপ পর্বের ক্রবক পোষ্টার মধ্যে একটি হলো—বোলজ্‌ম্যান-ক্রবক; যার প্রতীক চিহ্ন হলো— $K$ । ক্রবকের নামটা দেখেই বোঝা যায় যে, এই ক্রবকটির আবিষ্কার হলেন জার্মান বিজ্ঞানী বোলজ্‌ম্যান। বোলজ্‌ম্যান-পরিসংখ্যান নির্ণয়ের পরিপ্রেক্ষিতেই এই ক্রবকটির জন্ম হয়। প্রকৃতপক্ষে, বোলজ্‌ম্যান ক্রবক হলো অত্যন্ত ছোট পার্বত ক্রবকের অল্পপাত—একটি গ্যাসক্রবক ( $R$ ) অত্যন্ত আন্তঃগ্যাস্ট্রো সংখ্যা বা ক্রবক ( $N$ )। এটি গ্র্যাম-অণু গ্যাসের অণুর সংখ্যাই হলো আন্তঃগ্যাস্ট্রো সংখ্যা। অতএব বলা যায়, অণুপ্রতি গ্যাস ক্রবকই হলো—বোলজ্‌ম্যান ক্রবক।

### K-র ভূমিকা

আধুনিক বিজ্ঞানে যেখানে পেরিসংখ্যে—যার বৈজ্ঞানিকতার হৃদয় পাওয়া বিজ্ঞানীদের কাছে দুঃসাধ্য বলে মনে হয়েছে—সেখানেই সত্যোবস্তুস্বরূপের পরগণন হতে হয়েছে। বৈজ্ঞানিকের মধ্যে লুকিয়ে থাকা বিষয়ের বহনকে খুঁজে পাওয়ার চাবিকাঠি হলো সত্যোবস্তুস্বরূপ।

\* গ্র্যাম-অণু গ্যাস বলতে বোঝায় গ্র্যামে একপাত কোন গ্যাসের আণবিক ভজন।

যাটপত একটির অল্পপাতন যেখানে অল্পপত, সেখানে সত্যোবস্তু বা পোষ্টপত অল্পপতন চাপাতে সত্যোবস্তুস্বরূপ একটি অপরিহার্য হাতিয়ার। এই সত্যোবস্তুস্বরূপের উপর ভিত্তি করেই গড়ে উঠেছে পরিসংখ্যান-পদার্থবিজ্ঞান বা ট্যাটিস্টিক্যাল ফিজিক্স। বোলজ্‌ম্যান বস্তুকে (বিশেষতঃ কোন গ্যাস বা গ্যাসীয় পদার্থকে) বহুসংখ্যক সত্য সত্যপনীয় অণুর সমষ্টির ধরে নিয়ে অল্পপতঃ ক্র্যাসিক্যাল পতি-বিজ্ঞান ও অল্পপতঃ সত্যোবস্তু-যাট কিংবা পরিসংখ্যানবিজ্ঞান সহায়তার ক্র্যাসিক্যাল-পরিসংখ্যান বা বোলজ্‌ম্যান-পরি-সংখ্যান আবিষ্কার করেন। এই পরিসংখ্যান নিয়ে কোন গ্যাসীয় পদার্থের আচরণ বা বৈশিষ্ট্য সত্যকভাবে জানা সম্ভব। বোলজ্‌ম্যানের নীতি অল্পপাতী কোন সংস্থার (System) E-পতি বিশিষ্ট অণুগুলির সংখ্যা ( $N$ ) =  $C N_0 e^{-E/KT}$ ;  $N_0$ —সংস্থার মোট অণুর সংখ্যা,  $C$ —একটি হাতি, বা সংস্থার পতি ও অবস্থানের উপর নির্ভর করে,  $T$ —চরম তেলে সংস্থার তাপমাত্রা, আর  $K$  হলো একটি পরম ক্রবক, যাকে বস্তুকর্তার নামানুসারে বোলজ্‌ম্যান ক্রবক হিসাবে আখ্যায়িত করা হয়েছে। বোলজ্‌ম্যান পরি-সংখ্যান বা নীতি ব্যবহার করে বিজ্ঞানের কোন কিছু ব্যাখ্যা করতে গেলে সত্যোবস্তুঃই তা  $K$ -এর উপর সত্যভাবে নির্ভরশীল হয়ে পড়ে। উদাহরণ-বহন বলা যায়—গ্যাসের আণবিক তাপ, সাক্ষর, পরিবাহিতা ও পর্বের বেগ ইত্যাদির ব্যাখ্যায়  $K$ -র একটি সূক্ষ্ম ভূমিকা রয়েছে।

\* পদার্থবিজ্ঞান বিজ্ঞান, যেদিনীপূর কলেজ, যেদিনীপূর।



বোলজ্‌ম্যান পরিসংখ্যান বা ক্র্যাসিক্যাল পরিসংখ্যান দিয়ে গ্যাসের গতিতত্ত্বে 'শক্তির সমবন্টন নীতি' পাওয়া যায়। শক্তির সমবন্টন নীতিটি হলো—তাপীয় সাম্যাবস্থার প্রত্যেক অণুর স্বাধীনতার স্বাভাবিক গড়শক্তি, বোলজ্‌ম্যান ধ্রুৱকের সঙ্গে চরম তেপে তাপমাত্রার গুণফলের অর্ধেক ( $\frac{1}{2}KT$ )। স্বাধীনতার স্বাভাবিক বলছে বোঝায়—কোন অণুর গতিকে সম্পূর্ণ প্রকটন করতে গেলে যতগুলি স্বাধীন বা স্বতন্ত্র স্থাপির প্রয়োজন। কিন্তু ক্র্যাসিক্যাল পরিসংখ্যান দিয়ে পাওয়া এই গড়শক্তির পরিমাপগত মানের সঙ্গে পরীক্ষালব্ধ মানের বেশ কাছাকাছি দেখা যায়। তাছাড়া খুব কম তাপমাত্রার হিলিয়াম কেন গ্যাস অবস্থার থাকে—তরল অবস্থা প্রাপ্ত হয় না—তার ব্যাখ্যাও বোলজ্‌ম্যান-পরিসংখ্যানের কথটার বাইরে। বোলজ্‌ম্যান পরিসংখ্যানের এই সমস্ত বাস্তবতা পূরণ করে—পরবর্তী কালের কোয়ান্টাম পরিসংখ্যান। বহু ও কেরি কোয়ান্টামবাদের সঙ্গে সঙ্গতি রেখে দুটি নতুন নতুন আবিষ্কার করেন—বহু-পরিসংখ্যান ও কেরি-পরিসংখ্যান। এই দুটি পরিসংখ্যান আজ পদার্থবিজ্ঞানের দুটি অতিশয় মূলগত নিয়ম হিসাবে স্বীকৃত। তবে পরিসংখ্যান পদার্থবিজ্ঞানের তৎসঙ্গত আলোচনা থেকে একথা অবশ্যীকার্য যে, ক্র্যাসিক্যাল কিংবা কোয়ান্টাম উভয় পরিসংখ্যানেই  $K$ -র একটি বিশিষ্ট ভূমিকা রয়েছে। আর একটু বাড়িয়ে বললে বলা যায়—সমগ্র পরিসংখ্যান-পদার্থবিজ্ঞানটাই  $K$ -রূপী দৃঢ় ভিত্তির উপর দাঁড়িয়ে রয়েছে। মূলতঃ পরিসংখ্যান পদার্থবিজ্ঞান থেকেই  $K$ -এ গুরুত্ব পরিমা, প্রাপ্যতা কিংবা সম্ভাবনা সম্বন্ধে সম্যক উপলব্ধি সম্ভব।

পরিসংখ্যান বিষয়ক পত্রগুলিতে যেমন  $K$ -এর ভূমিকা নিঃসন্দেহে সমালোচনাত্মক, তেমনই এর আর একটি ভূমিকাও প্রণিবাসযোগ্য। সে ভূমিকাটি হলো—বার্ণোডাইনামিক্স বা তাপ-গতি-

বিজ্ঞানের সঙ্গে পরিসংখ্যানবিজ্ঞানের সংযোগ বা সম্বন্ধ স্থাপনের ভূমিকা। তাপ-গতিবিজ্ঞান adiabatic বা ক্রান্ততাপ-প্রক্রিয়ার বা অপরি-বর্তিত থাকে, তাকে এনট্রপি বলা হয়। বোলজ্‌ম্যানের মতে, কোন সংস্থার আপেক্ষিক বিপর্যয়ের পরিমাপই হলো—এনট্রপি। এনট্রপি বস্তুর বিভিন্ন সম্ভাব্য অবস্থার মধ্যে যে সম্ভাবনা বন্টিত, আছে, তার সূচকের গড়; অর্থাৎ বলা যায়, এনট্রপি সংস্থাটির সম্ভাব্যতার একটি অপেক্ষক (Function)। এনট্রপি বৃদ্ধি যাবে সংস্থাটির সম্ভাব্যতা বৃদ্ধি কিংবা অন্ততাবে বলা যায় সংস্থাটির বিশৃঙ্খলা বৃদ্ধি। আবারের বিধে এনট্রপি ক্রমশঃ বেড়েই চলেছে অর্থাৎ বিশৃঙ্খলার স্বাভাবিক বাড়াচ্ছে। তার অর্থ বিধে যেটা শক্তির পরিমাপ অপরি-বর্তিত থাকলেও কিন্তু প্রয়োজনীয় কাজ করার মত শক্তির হ্রাস ঘটে চলেছে। বাক, এখন এই এনট্রপির সঙ্গে সম্ভাব্যতার সম্বন্ধটি হলো—এনট্রপি (S) =  $K \log$  সম্ভাব্যতা (w)। অতএব এখানে  $K$ -র ভূমিকার গুরুত্বটুকু সহজেই অগ্রহণযোগ্য।

### $K$ -এর মান নির্ণয়

বোলজ্‌ম্যান ধ্রুৱকটি নানা জটিল সমস্যা সমাধানের ব্যবহৃত হয়। তাই বলে এর মান নির্ণয় পদ্ধতিটি কিন্তু তত জটিল নয় বরং বলা যায় বেশ সরল। বেছেছ এই ধ্রুৱকটি অত্যন্ত দুটি সার্বজনীন বা শাস্ত্রীয় ধ্রুৱকের অঙ্গপাত—একটি গ্যাস ধ্রুৱক, অপরটি অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা, বেছেছ এই দুটি ধ্রুৱকের মান জানলে পর  $\mu$ -এর মান অতি সহজেই নির্ণয় করা যায়।

• প্রসঙ্গতঃ বলে রাখা ভাল, এনট্রপি ব্যাপ্তির বর্ষ কি শোভার বর্ষ; এটি একটি মূলতঃ ট্র্যাঙ্কিটিয়াল বা সম্ভাব্যতাবিষয়ক কিংবা সম্পূর্ণ বিস্তারতাজ্ঞাপক ধারণা প্রকৃতি মূল প্রবণের সম্যক সমাধান সম্বন্ধে এখনও তাৎপর্য অবকাশ রয়েছে।



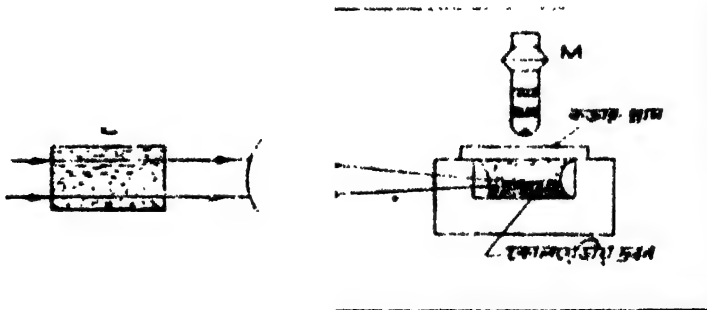
তুল কিংবা কলেক্টর সাধারণ পরীক্ষাধারে চার্জিং ও বয়েলের হুজ প্রয়োগ করার সময় সহজে R-এর মান নির্ণয় করা যায়। এক গ্রাম-অণু আর্বাণ গ্যাসের সমীকরণ হলো  $PV=RT$ ; চাপ (P), আয়তন (V) ও চরম তেলে তাপমাত্রা (T) জানলে পর উক্ত সমীকরণ থেকে সহজে R-এর মান পাওয়া যায়। এখানে অবশ্য একটা কথা বহন রাখা দরকার যে, আমরা সাধারণত: পরীক্ষাধারে যে গ্যাস ব্যবহার করি, তা বাস্তব গ্যাস (Real gas)—বা বয়েলের হুজ বর্ধাবধ যেমন চলে না। খুব কম চাপে ও বেশী তাপমাত্রার বাস্তব গ্যাস বয়েলের হুজ যেমন চলে অর্থাৎ আর্বাণ গ্যাসের প্রকৃতি পায়। তাই খুব কম চাপে ও বেশী তাপমাত্রার পরীক্ষা চালানো দরকার—তা না হলে R-এর মান নির্ণয় করার ক্ষতি থেকে যায়—যার সংশোধন প্রয়োজন। বাহ্যিক, বর্তমানে গৃহীত R-এর মান— $8.31 \times 10^7$  আর্গ/°K।

উত্তেজনার কলে কুহ কুহ কণার অবিহিত নিরন্তর অক্রম বা অবিভক্ত গতিতে ব্রাউনীয় গতি বলে। কোলয়েডীয় দ্রবণে এসবিত (Suspended) হুজ দান্যাকার কণার ক্ষেত্রে এই ব্রাউনীয় গতিবৈচিত্র্য পরিমলিত হয়। বিজ্ঞানী পেরিন এই গতি পর্যালোচনা করে পরীক্ষালব্ধ ভাবে অ্যাডোগ্যাড্রো সংখ্যা নির্ণয়ে সক্ষম হন। এই লব্ধ মানের পরিমাপ হলো— $6.02 \times 10^{23}$ । অতএব, K-এর মান—

$$\frac{\text{গ্যাসক্রসক}}{\text{অ্যাডোগ্যাড্রো সংখ্যা}} = \frac{8.31 \times 10^7}{6.02 \times 10^{23}} \\ = 1.380 \times 10^{-16} \text{ আর্গ/°K}$$

তাছাড়া কোন পরিসংখ্যানের K-সম্বলিত হুজ থেকে স্থানিকক্লিভভাবে সংক্লিষ্ট তাপির মান জানবার পর K-র মান নির্ণয় করা সম্ভব। বর্তমানে গৃহীত মোটামুটি নিষ্ঠূর্ণ K-এর মান— $(1.39026 \pm 0.000022) \times 10^{-16}$  আর্গ/°K

[ কেবল পেরিন-পদ্ধতিতে সোজাহুজি



পেরিনের N-নির্ণায়ক যন্ত্র

- C—একটি জলকোষ, যা আপতিত আলোকরশ্মির তাপাংশটুকু শোষণ করে নেয়।  
L—একটি অভিসারী (Convergent) লেন্স।  
M—উচ্চপতিমাত্রার আধুনিক যন্ত্র, যার সাহায্যে কোলয়েডীয় দ্রবণে এসবিত হুজ কণাগুলির গতিবৈচিত্র্য পরিমলিত হয়।

অতঃ পরে, অ্যাডোগ্যাড্রো সংখ্যা অর্থাৎ প্রতি গ্রাম অণুতে অণুর সংখ্যা, পরীক্ষালব্ধ ভাবে নির্ণয় করেন বিজ্ঞানী পেরিন। তাপীর

$\frac{R}{N}$  বা K-র মান নির্ণয় করা যায়। কারণ পেরিন-পদ্ধতিতে N-এর মান নির্ণয় করতে গেলে,



ব্যবহৃত সমীকরণে অজ্ঞাত মানের সঙ্গে  $R$ -এর মানও বসাতে হয়।]

### উপসংহার

গ্রাহকের প্রবকের সূত্রে কোন বিকিরণের কম্পনাঙ্ক দিয়ে গুণ করলে যেমন একটি কোয়া-টারের শক্তিমাত্রার পরিমাপ পাওয়া যায়, তেমনই বোলজম্যান-প্রবকের সূত্রে চরম ত্বলের তাপমাত্রা দিয়ে গুণ করলেও শক্তির মাত্রা পাওয়া যায়। তবে উভয় শক্তিমাত্রার মধ্যে পার্থক্য হলো—প্রথমটি যান্ত্রিক ও দ্বিতীয়টি তাপীয়। অতএব বোলজম্যান প্রবক, কোন তাপমাত্রার তাপীয় শক্তির মাত্রা নির্ধারণ করে। উদাহরণ স্বরূপ বলা যায়, সাধারণ তাপমাত্রায় ( $27^{\circ}\text{C}$  বা  $300^{\circ}\text{K}$ ) তালীর শক্তির মাত্রা  $0.0259$  ইলেকট্রন ভোল্ট বা  $0.0259 \times (1.6 \times 10^{-19})$  জর্গ।

এই বোলজম্যান-প্রবকটির মানের কি কোন পরিবর্তন ঘটে? এর উত্তরে স্বভাবতঃই আর একটা প্রশ্ন এসে যায়। সেটা হলো—সার্বজনীন গ্যাস-প্রবক ও অ্যাক্সোগ্যাক্সো সংখ্যার পরিবর্তন হয় কিনা কিংবা ঘটানো যায় কিনা। এক গ্রাম অণু গ্যাসে অণুর সংখ্যাই হল অ্যাক্সো-গ্যাক্সো সংখ্যা—অতএব এর মানের কোন পরিবর্তন হওয়া সম্ভব নয়। তাই অ্যাক্সোগ্যাক্সো সংখ্যাটি একটি নির্দিষ্ট সংখ্যা। অতএব গ্যাস-প্রবকটিকে ব্যাখ্যা করা যায় এইভাবে—যদি নির-চাপে এক গ্রাম অণু আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা এক ডিগ্রী সেলসিয়াস বৃদ্ধি করলে পর গ্যাস-তড়-বাহক কাজের পরিমাপই হলো গ্যাস-প্রবকের

পরিমাপ। অতএব এর মানও স্থিরীকৃত বা অপরিবর্তনীয়। অতএব বোঝাই যাচ্ছে যে, বোলজম্যান প্রবকটির মানের পরিবর্তন হওয়াটাই অস্বাভাবিক কিংবা অসম্ভবীয়। তাই  $K$  একটি শাশ্বত বা স্বেচ্ছা প্রবক। আদ্যদের বিশ্ব-কাঠামোর উপাদানগুলির যৌগিত কোন আকর্ষিত পরিবর্তন বা ঘটলে  $K$ -এর মান অক্ষর ও অপরিবর্তিত থাকবে।

তবে কল্পনার আশ্রয় নিয়ে বলা যায়—যদি কোন কারণে  $K$ -এর মান এককম শূন্যের কাছাকাছি দাঁড়ায়, তাহলে গ্যাস-অণুগুলির সচকল গতি, কণ্ট্রিন বা তরঙ্গ পদার্থের কণাগুলির আকর্ষণ কিংবা কম্পন প্রায় সম্পূর্ণ ক্ষয় হয়ে যাবে। তাপীয় শক্তির মাত্রা শূন্যের কোঠার থাকবে বললে হয়। তাপ-শক্তি প্রয়োগে প্রয়োজনীয় কাজ পাওয়া দূরত্ব হবে। পরোক্ষে বলা যায়, পদার্থবিজ্ঞান, তথা ইঞ্জিনিয়ারিং বিভাগের তাপ-শক্তি সম্বলিত অধ্যায়ের অবতারণা অবাস্তব মনে হবে কিংবা স্ট্রই অধ্যায়গুলির সম্পূর্ণ পরিমাপটি ঘটবে।

অতএবকে নানা পুত্র ও তত্ত্বের পরিবর্তন কিংবা অনায়াসের আভাসও পরিলক্ষিত হবে। যেমন—রাহন-বিক্রপণে, রাহন-বর্ণালীতে কেবল-মাত্র স্টোক্স-লাইনগুলির (বেলাইনগুলির তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য আপতিত আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের চেয়ে বেশী) স্পষ্ট সাক্ষাৎ মিলবে; কিন্তু অ্যাক্সি-স্টোক্স-লাইনগুলির (বেতনের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য আপতিত আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের চেয়ে কম) কোন আভাসই পাওয়া যাবে না...ইত্যাদি। অতএবকে যদি  $K$ -এর মান খুব বেশী হয়—তাহলে উপস্থিতিত ঘটনাবলীর ট্রিক বিপরীত ঘটনাবলী পোচরীকৃত হবে। তবে এসব চিন্তাবাদ সম্পূর্ণ কল্পনা-নির্ভর, বাস্তবতার দৈশবাহক নেই।

\* গ্রাহকের প্রবক, জ্ঞান ও বিজ্ঞান, অগাস্ট '72 সংখ্যা প্রবো।



## সঞ্চয়ন

### ঐক্যবিকার সুউন্নত এক পৃথিবী আসন্ন

আমরা আশ্চর্য এক নতুন যুগের দ্বারপ্রান্তে এসে পৌঁছেছি। এমন দিন আসছে, যেদিন আশ্বিনের শরৎ ঘরে বসে বসে কামড় হাপা হবে। নাটক, চলচ্চিত্র, সঙ্গীত, বই, পুঁথি সব কিছুই পাওয়া যাবে চৌক টেপ রেকর্ডে। নবযুগের এই অসামান্য দিনে টেলিকোনে পরস্পরের চেহারাটা পরিষ্কৃত হয়ে উঠবে। ঘরে এমন সব অতি সংবেদনশীল যন্ত্র রাখা যাবে যে, বাড়ী পাঁচটা দেবার জন্তে কুহুর মাখবার আর দরকার হবে না। ডাক লাগাবার মত ব্যাপে ব্যাপে এমনি আরো কত যে নতুন ব্যক্তিগত কোণল আশ্বিনের হাতের মুঠায় ধরা দেবে তার ইয়ত্তা নেই।

আমাদের এই কল্পনার অগৎ ক্রম বাস্তবে রূপায়িত হতে চলেছে। ঐক্যবিকার এইসব পরিবর্তন ঘটান্বে। ভবিষ্যতে আরও অনেক কিছু করবে। কিন্তু শেষ পর্যন্ত কি হবে? তার উত্তরে বলতে হয় যাত্রা বা করতে চাইবে ঠিক তাই হবে।

বর্তমানে টেলিভিশনের যে অগ্রগতি হয়েছে তাতে কোন উন্নত দেশে একটি বাড়ীতে একই সঙ্গে 60টি টেলিভিশন চ্যানেল থাকতে পারে। কিন্তু অল্প ভবিষ্যতে টেলিভিশন আরও অনেক বিচিত্র কাজ করবে। টেলিভিশন শুধু যে আমাদের চিত্তবিনোদন করে আমাদের আনন্দ দেবে আর সংবাদ পরিবেশন করবে তা নয়, টেলিভিশন সেট আমাদের আশ্রিত থেকে রক্ষা করবে, ঘাঘি বিবাহ করবে, এমনকি, টেলিভিশনের মাধ্যমে বাবা খেলাও চলবে।

চৌক টেপ, ফিল্ম ও প্রায়োকোন রেকর্ডের

কাজ হলো যে কোথাক রকমের পদ্ধতি ও কৃষ্টিগ্ৰাহ্য বিষয়কে ঘরে রাখা ও পরে যথা সময়ে পোনানো বা দেখানো। কিন্তু ভবিষ্যতে যা হতে থাকে, তা খুবই বিস্ময়কর। তখন বই আর পড়তে হবে না। বই খুললে সেবাগুলি আপনিই পড়া হতে থাকবে; অর্থাৎ যাত্রা তখন বই না পড়ে বই তখনে। ছাপাখানা তৈরি হওয়ার আগে যাত্রা যেমন আন্তের যুগে তখনে তখনে নিষত, ভবিষ্যতেও তেমনি বই তখনে তখনে নিষবে। ছাপাখানি প্রকৃতি তৈরি হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে নির্ধারিত কাজ থেকে সরাসরি বর্ণকের কাছে পৌঁছে যাবে। তখন চিঠি বা ডায়েরী বলে কিছুই থাকবে না। তার পরিবর্তে হবে প্রত্যেকের সঙ্গে ব্যক্তিগত এক একটা স্মৃতি বা চলচ্চিত্র।

আমেরিকার দুটি শহরে এর মধ্যেই পিকচার কোন স্থাপিত হয়েছে। পিকচার কোন সাধারণ টেলিকোনের মতই একটা যন্ত্র। তবে তার সঙ্গে একটা টেলিভিশন সেট জুড়ে দেওয়া থাকে। পিকচার কোনে কথাবার্তার সময় দুই প্রান্তের দুই জনকেই পরিবার দেবতে পাওয়া যায়। ভবিষ্যতে এর আরও বিচিত্র নব রূপায়ণ হতে থাকে। তখন ডায়াল করে চলচ্চিত্র দেখা যাবে আবার তা টেপ রেকর্ড করে রাখা যাবে। তারপর ব্যাকের দাবতীয় কাজকর্ম কোনের সাহায্যেই করা যাবে কটো আইডেন্টিফিকেশন পদ্ধতির মাধ্যমে। স্ক্রিনিংর প্রয়োজন হলে ডায়াল করে ডাকারকে ঘিরে পরীক্ষা করিয়ে দেওয়া যাবে।

আমেরিকার আর এক-কৃতীরাংন ও অত্যন্ত



দেশের অনেক ঘরের কাগজ টাইপ বসাবার যন্ত্রপাতির পরিবর্তে কম্পিউটার ব্যবহার করতে শুরু করেছে। বাত্ম-নির্মিত টাইপের পরিবর্তে কটো-প্রিন্টিং পদ্ধতি ব্যবহৃত হচ্ছে। কিন্তু আর কদিন বাসে ঘরের কাগজ ঘরের সাহায্যে প্রতিদিন বাড়ী বাড়ী বিলি হবে। এর কলে রিপোর্টারের লেখা লেখা হবার দশ মিনিটেরও কম সময়ের মধ্যে সে ঘর লোকের কাছে পৌঁছে যাবে। এমন তো হবেই, এ ছাড়া আরও অনেক কিছু হবে, যেমন—কম্পিউটার কথা বলবে।

এই সব আশ্রয় পরিবর্তনকে বলা হয়েছে যোগাযোগ ব্যবহার বিপ্লব। এ নিয়ে সকলেই এখন খুব মাথা ঘামাচ্ছে। এই পরিবর্তনের সম্ভাবনার জনসাধারণের কাজকর্মও নানাতাবে নিয়ন্ত্রিত হচ্ছে। কোনও কোনও লোক নতুন টিরিও গ্রাফোকোন আর কিনছে না। কেননা, আর কিছুদিনের মধ্যেই কোয়ান্টোকোনিক রেকর্ড-প্লেয়ার বেরিয়ে আসবে। আর তা বেরিয়ে গেলে টিরিওকোনিক রেকর্ড-প্লেয়ার অচল হয়ে যাবে।

উন্নত দেশগুলির চেয়ে উন্নতিশীল দেশগুলিতেই এই সব স্থাপন তড়িতাক্ষি হবে। কেননা, সেই সব এলাকার অভিনব ব্যবস্থা বিশেষ কিছু নেই বলে কোনও কিছুই বাতিল হবার প্রায় তেই না।

সমাজতত্ত্ববিদ এবং সংবাদপত্র, বেতার প্রভৃতির সমালোচকেরা যোগাযোগ ব্যবস্থার এই অভিনব উন্নতির ব্যাপারে আক্ষেপ মাথা ঘামাচ্ছেন না। তাঁদের চিন্তার বিষয় হলো—এই অভিনব যোগাযোগ ব্যবস্থা ও বাত্ম আদান-প্রদান ব্যবস্থা সাধারণ মানুষকে কি উপকার করবে। এই দুপে ক্রম পরিবর্তনশীলতার উপর আশাভিত্তিক টক্সার 'কিউচার শক' নামে একটি বই লিখেছেন। এই বইয়ে তিনি বলেছেন, বর্তমানে সব কিছুই এত ক্রম পরিবর্তন হচ্ছে যে, মানুষ কোনক্রমেই তার

সঙ্গে তাল রাখতে পারছে না। কলে বাত্মের নিজের কট্রি বসেই একটা বিরাট ও ভয়াবহ শূন্যতা ও কাক থেকে বাত্মে। প্রযুক্তিবিদ্যার বত্মই উন্নতি হবে—এই শূন্যতাও বত্মই ব্যাপক স্থপ ঘারণ করবে। এই বইটি এখন একটি আলোচ্য বিষয় হয়ে উঠেছে।

'কিউচার শক' শব্দ দুটি এখন বার্তিন শব্দ-ভাণ্ডার বা চল্লি কথাবার্তার অঙ্গ হয়ে গেছে। একটা কিছু ঘটতে বাত্মে অচল তার জন্তে যদি প্রস্তুতি না থাকে, তাহলে তা জ্বলে মনটা যে অপ্রসন্ন হয়, মনের সেই ভাবটা বর্ণনা করতেই এই শব্দ দুটি ব্যবহার করা হয়।

কিউচার শক একটা সতর্ক বাণীও বটে। নতুন পৃথিবীর সঙ্গে বাপ বাইবে চলার জন্তে বাত্মে আগে থেকেই প্রস্তুত হওয়া বার, তারই জন্তে এই সতর্ক বাণী।

আসলে প্রযুক্তিবিদ্যার দিক থেকে শূন্যত ভবিষ্যতের এই নতুন পৃথিবীটা একটা পারিবারিক যোগাযোগ কেন্দ্র হয়ে উঠবে। তখন প্রতি ঘরে থাকবে একটি টেলিভিশন গ্রাহক-যন্ত্র, একটি শব্দ গ্রাহক-যন্ত্র, একটি রেকর্ডার এবং একটি ব্রিক আউট বেলিন, যা খুব থেকে সচেত পাওয়া যাত্মই অনেকগুলি অহুসিপি তৈরি করবে। এইসব যন্ত্রপাতি সম্ভবতঃ শূন্যতাকে লীক দেওয়া হবে।

টেলিকোনে একজন আরেক জনের সঙ্গে যোগাযোগ করতে পারে। ভবিষ্যতের পারিবারিক যোগাযোগের যে ব্যবস্থা হতে বাত্মে, তার কলে এক বারে বহু লোকের সঙ্গে ব্যাপক যোগাযোগ সম্ভব হবে।

আমেরিকার সংবাদপত্র সম্পাদক সমিতির প্রাক্তন সভাপতি হার্বার্ট ক্রকার বলেন, "এটা যবে হতে পারে যে, যোগাযোগ ব্যবস্থার মাধ্যমগুলির মধ্যে বৈপ্লবিক পরিবর্তন এলেই সমাজেও বৈপ্লবিক পরিবর্তন আসবে। কিন্তু বেতার ও টেলিভিশনের আবির্ভাবের কলেই বর্তমান যুগের বিকোভ ও



সকট দেখা দিয়েছে এটা কি হতে পারে? এ অবিস্মৃত। অথচ সত্যজ্ঞানবিদ মার্শাল ম্যাকলু-  
হান বা বলেছেন—‘তাতে এটাই সত্য হবে হয়।’

মিঃ ম্যাকলুহান বলেছেন, ‘যোগাযোগের  
মাধ্যমগুলির প্রকৃতি সত্যকে যতখানি সতে  
তোলে, ঐ মাধ্যমগুলির মধ্য দিয়ে প্রচারিত বাস্তব  
ততখানি করে না।

নৃতাত্ত্বিক এডভক কার্পেটার বলেছেন, টি. ডি  
হুকে এই যুগের পারিপার্শ্বিক অবস্থার একটা ফল-

বিশেষ। এই যুগের কোনও নিকটে টি. ডি.  
দেখতে বাধ্য করে নাতি দেওয়ার কোনও মানেই  
হয় না।

বিশেষজ্ঞদের ঐ সব বিবৃতি থেকে এই সত্যটাই  
আমরা উপনীত হচ্ছি যে, বাস্তব নিজেকে নতুন  
প্রযুক্তিবিজ্ঞান উপযোগী করে, প্রযুক্তিবিজ্ঞান  
বাস্তবের উপযোগী হয়ে তৈরি হয় না। অতএব  
বাস্তবকে নতুন পৃথিবীর উপযোগী করে নিজেকে  
প্রকৃত করতে হবে।

## মাছের মিশ্রচাষ

মাছের মিশ্রচাষ সবচেয়ে ভারতীয় কৃষি অঙ্গ-  
সম্পদ পরিষদের ডি. আর. পি লিন্‌হা লিখেছেন—  
মাছের মিশ্রচাষ বলতে পটম্পরের সঙ্গে মিলিয়ে  
বাঁকা বিভিন্ন জাতের মাছের এক সঙ্গে চাষ  
করাকে বোঝায়। এর প্রধান উদ্দেশ্য হলো জলের  
বিভিন্ন স্তর থেকে বাত গ্রহণ করতে পারে এমন  
বিভিন্ন জাতের মাছের চাষ করে একই সঙ্গে  
তাদের উৎপাদন বাড়িয়ে তোলা। যে সব  
জাতের মাছের পটম্পরের মধ্যে বাতের ক্ষেত্রে  
প্রতিযোগিতার প্রবণতা নেই, সেগুলিকে একসঙ্গে  
মিশ্রচাষের ক্ষেত্রে বিক্ৰীকরণ করলে জলাধারে মাছের  
বাঁত ও স্থানের পূর্ণ ব্যবহার গ্রহণ করা যায়।  
এক জলাধারের বিধে জলে মাছের একক চাষ  
আজকাল আর তেমন জনপ্রিয় নয়। বেশীর  
ভাগ এশীয় ও মুরপ্রাচ্যের দেশগুলিতে চীন  
দেশীয় মিশ্রচাষের পদ্ধতি অঙ্গগ্রহণ করা হয়।

চীন দেশের মৎস্য-চারীরা এখনও চারটি  
জাতের চীনা পোনা মাছের চাষ করেন। এই  
কারণে চারটি জাতের মাছ হলো—

১. গ্রাস কার্প—এই জাতের মাছ জলজ  
হুত উদ্ভিদ ও খাস খায়।

২. বিন হেড কার্প—এরা ছোট ছোট  
উদ্ভিদ খেয়ে বেঁচে থাকে।

৩. সিলভার কার্প—জলজ উদ্ভিদ খায়।

৪. কমন কার্প—সর্বভুক এবং বিশেষ করে  
জলের তলদেশের বাঁত খায়।

ভারতে মিশ্রচাষের ক্ষেত্রে সবচেয়ে উপযুক্ত  
হচ্ছে প্রধান জাতের ভারতীয় পোনামাছ কাঁতলা,  
কই ও মৃগেল। কাঁতলা জলের উপরিভাগের  
বাঁত বিশেষতঃ জলজ উদ্ভিদ খায়। কইমাছ  
ভাঙলজাতীয় জীবন ও ক্রমশঃ উদ্ভিদ খায়।  
মৃগেল মাছ জলের তলদেশের বাসিন্দা এবং  
এরা আংশিকভাবে পচা উদ্ভিদজাতীয় বস্তু ও  
বালি, হুড়ি প্রকৃতি খেয়ে বেঁচে থাকে। সম্প্রতি  
বিশেষ জাতের মাছ কমন কার্প; সিলভার কার্প  
ও গ্রাস কার্প ভারতে মিশ্রচাষের অন্তর্ভুক্ত  
করা হয়েছে।

১৯৫০ সাল থেকে সেক্টাল ইনল্যান্ড কিশারিক  
রিসার্চ ইনস্টিটিউটের পণ্ডিত কালচার বা পুষ্করী  
অঙ্গীকরণ বিভাগে মাছের মিশ্রচাষের বিভিন্ন  
দিক সম্বন্ধে বানা পরীক্ষা-নিরীক্ষা করা হয়েছে।  
চীনা পোনা মাছ ছাড়া অল্পাধিক বিশেষ জাতের  
সঙ্গেও বেশী মাছের মিশ্রচাষ করে দেখা হয়েছে।  
১৯৫৭-৬১ সালে কয়েকটি প্রধান জাতের পোনা  
মাছের সঙ্গে জিলাপিয়ার মিশ্রচাষ করে কোন  
রকম উর্বরক বা অতিরিক্ত বাঁত ব্যবহার ছাড়া



প্রতি বছর গড়ে 2,203 কি.গ্রা/হে. উৎপাদন পাওয়া যায়। উপযুক্ত উর্বরক ও বাত সরবরাহ করে বছরে প্রতি 4,870 কি.গ্রা/হে. বাহ পাওয়া যায়। কিন্তু পরে যখন দেখা যায় যে, ভিলাগিয়া এখান জাতের বাহগুলির সঙ্গে বাতের জেতে প্রতিযোগিতা করছে, তখন এই বাহ বিলচায়ে তালিকা থেকে বাত দিয়ে দেওয়া হয়। 1962-63 সালে আবার ভারতীয় ও বিদেশী জাতের বাহের বিলচায়ে উপর বিভিন্ন সময়কালের কয়েকটি পরীক্ষণীয় পরীক্ষা করে দেখা হয়। এগুলির মধ্যে বাত দুটি জাত 365 দিন, একটি 270 দিন এবং বাকীগুলি 52-195 দিন ব্যবৎ পরীক্ষিত হয়।

এই সমস্ত পরীক্ষা থেকে দেখা গেছে যে, গ্রাসকার্প-কাতলা বিলচায়ে তুলনায় গ্রাসকার্প-সিলভার কাপের বিলচায় বেশী লাভজনক। আবার গ্রাসকার্প সিলভার কাপ-কমনকাপের বিলচায় গ্রাসকার্প-কাতলা-কমনকাপের চেয়ে বেশী লাভের। বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই দেখা গেছে যে কাতলা বাহের চেয়ে সিলভার কাপ জড়াজড়ি বেড়ে ওঠে এবং এর উৎপাদনের পরিমাণও বেশী। 1963-68 পর্যন্ত বাহের যে 20টি পরীক্ষা-মূলক বিলচায় করা হয়, তা এখানে ত: তিনটি শ্রেণীতে ভাগ করা যায়।—(1) শুধু ভারতীয় জাতের পোনা বাহের চাব, (2) শুধু বিদেশী পোনা বাহের চাব এবং (3) ভারতীয় ও বিদেশী পোনা বাহের একসঙ্গে চাব। এর মধ্যে 16টি ক্ষেত্রেই বাহের উৎপাদন প্রতি হেক্টরে বছরে 2,000 কি.গ্রা-র উপর ছিল, 14টি ক্ষেত্রে এই উৎপাদনের পরিমাণ 2,500 কি.গ্রা-রও বেশী, 5টি ক্ষেত্রে 3,000 কিলোগ্রামের বেশী, 3টি ক্ষেত্রে 3,500 কিলোগ্রামের উপর এবং সবচেয়ে বেশী পরিমাণ হলো 4,210 কি.গ্রা। শুধু এখান ভারতীয় পোনা বাহগুলির চাব থেকে হেক্টর প্রতি উৎপাদন পাওয়া যায় 1,439-2975 কি.গ্রা ( গড়ে 2,088

কি.গ্রা )। শুধু বিদেশী বাহের চাব থেকে উৎপাদন পাওয়া যায় 2,900 কি.গ্রা এবং ভারতীয় ও বিদেশী পোনা বাহ একসঙ্গে চাব করে 2,234—4,210 কি.গ্রা ( গড়ে 3,095 কি.গ্রা ) উৎপাদন পাওয়া যায়।

পরীক্ষামূলক বাহ চাবের পুষ্করভিত্তিক নিয়মিতভাবে গোবর সার ও বিভিন্ন বাতায় অ্যামোনিয়াম সালফেট, সুপার কসফেট, ক্যাল-সিয়াম অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট প্রভৃতি অর্ধেক উর্বরক ব্যবহার করা হয়। বাহগুলিকে চাবের ভূমি ও সরবের তেলের তৈল (1:1 ভল্যুমে) বেতে দেওয়া হয়। গ্রাসকার্পকে নানা ধরনের জলজ উদ্ভিদ বেতে দেওয়া হয়।

হেক্টর প্রতি 5,000 করে কাতলা, কই ও যুগেল বাহ 1:1:1 অল্পপাতে পুষ্করে ছাড়া হয়। কিন্তু যখন ভারতীয় ও বিদেশী পোনা বাহের একসঙ্গে চাব করা হয়, তখন বিলচায় অল্পপাত ছিল—কাতলা 2: কই 6: যুগেল 2.5: সিলভার কাপ 5: গ্রাস কার্প 2: কমন কাপ 2.5 এবং দৌরাণি 0.3 এবং হেক্টর প্রতি ছাড়া চারা বাহের সংখ্যা ছিল 5,075। এই সমস্ত পরীক্ষামূলক চাব থেকে দেখা গেছে যে, অ-কৌশলে ভারতীয় ও বিদেশী পোনা বাহের বিল চাব করতে পারলে বাজারে ছাড়বার উপযোগী বাহের গড় উৎপাদনের পরিমাণ বছরে হেক্টর প্রতি 300 কি.গ্রা থেকে বাড়িয়ে বছরে 3,000 কি.গ্রা/হে পর্যন্ত করে তোলা যেতে পারে।

দেড়াল ইন্ডিয়াও কমার্শিয়াল রিসার্চ ইনস্টিটিউটে বাহের বিলচায়ে এই সাকলো উৎসাহিত হয়ে ভারতীয় কৃষি অধিদপ্তর পরিচালিত বেশের বিভিন্ন অঞ্চলে এর প্রচলনের জেতে ভারতীয় ও বিদেশী বাহের বিলচায়ে উপর একটি সর্বভারতীয় সমন্বয়মূলক পরিকল্পনা গ্রহণ করেন। বেশের বিভিন্ন অঞ্চলে ছয়টি কেন্দ্র স্থাপিত হয়। এগুলি হচ্ছে—অন্ধ্রপ্রদেশের সান-কেছলা কিন



কার্ভ, হরিয়াবার নৈবপুণ্য কিন কার্ভ, মহারাষ্ট্রের হাবান্সার কিন কার্ভ, ভাখিলমাজুর ভবানীসানর কিন কার্ভ, উত্তরপ্রদেশের ভজারভান কিন কার্ভ ও পশ্চিম বাংলার কল্যাণীতে কুনিয়া কিন কার্ভ। ১৯৭১ সালের শেষের দিকে এই কেন্দ্রগুলির কাজ আরম্ভ হলো যে কল্যাণ পাওয়া গেছে, তা খুবই উৎসাহজনক।

উদাহরণস্বরূপ বলা যায় পশ্চিম বাংলার কুনিয়া কিন কার্ভের (কল্যাণী) কথা। এখানে ৪টি পুকুরে বাছ ছাড়া হয়। তার মধ্যে দুটি পুকুরের এভ্যাকটিভে কাতলা, কুই, ও ব্রুগেল বাছ ৪: ৩: ৩: এই অল্পাঙ্গে ছাড়া হয় এবং অন্য দুটি পুকুরে কাতলা, কুই, ব্রুগেল, গ্রাসকার্প, সিলভার কার্প ও কমনকার্প ছাড়া হয়। এগুলির অল্পাঙ্গ ছিল ১ কাতলা : ৩ কুই : ১.২৫ ব্রুগেল : ২.৫ : সিলভারকার্প : ১ গ্রাসকার্প : ১.২৫ কমনকার্প। পুকুরগুলিতে প্রতি হেক্টরে ৫,০০০ করে চারা বাছ ছাড়া হয়। এই বাছগুলির বৈধা ছিল .১০০-১৫০ মিলিমিটার। উপযুক্ত পরিমাণে উর্বরক ও অতিরিক্ত খাত ব্যবহার করে হু-বাসের মধ্যেই মাছের উৎপাদনের হিসাব নিয়ে দেখা যায় যে, এই পরিমাণ ০.২৩ হেক্টরের পুকুরে ২৭৫ কি.গ্রা

হয়েছে, ০.১৫ হেক্টরের পুকুরে ১৩০ কি.গ্রা এবং আরেকটি ০.১৫ হেক্টরের পুকুরে ১৫৩ কি.গ্রা এবং ০.১৩ হেক্টরের পুকুরটিতে ১৩৫ কি.গ্রা হয়েছে। শেষের দুটি পুকুরে ভারতীয় ও বিদেশী জাতের পোনা বাছ ছিল। সব রকম মাছেরই বাড়ি বেশ ভাল হয়, তবে গ্রাসকার্প এই হু-বাসের মধ্যে বৈধা ৩৬৫ বি. মি ও ওমসে ৫০৪ গ্রাম বেড়ে ওঠে। মালাকার (পশ্চিম মালয়েশিয়া) গ্রাসকার্প, সিলভার কার্প ও বিগহেড-কার্প এক সঙ্গে চাষ করা হলে বিগহেডের বাড়ি খুব দ্রুত হতে দেখা যায়। তাই দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়া থেকে বিগহেড কার্প আমদানী করার প্রস্তাব বিবেচনা করা হচ্ছে। মিজটাবের তালিকায় এই জাতের বাছটিকে অন্তর্ভুক্ত করা বেশ লাভজনক হবে বলে মনে হয়। মিজটাব বাছের মিজটাবের উপর বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষা থেকে পাওয়া কল্যাণ দেখে মিসমখেবে প্রমাণিত হয়েছে যে, এই পদ্ধতি আবাদের দেশের মাছের উৎপাদনের ক্ষেত্রে সচ্ছন্দ পথ খুলে দেবে এবং গতানুগতিক প্রকার বাছ চাষ করে বা পাওয়া যায়, তা থেকে অন্ততঃ ৫-৮ গুণ বেশী বাছ পাওয়া যাবে।



## স্মৃতি : আহরণ, সঞ্চয় ও প্রকাশ

জীবনী লক্ষ্য কর, জীবনকাল লাগ ও জীবনজীবন মোহ

[মনের খাতায় কিতাবে চিত্তাধিনি জমা হয়ে থাকে, তা নিশ্চয়ই খুব উল্লেখযোগ্য। বিজ্ঞানীরা মনে করেন যেহে ঔষধ প্রয়োগের মত স্মৃতিশক্তি বা অতিজ্ঞতা মনের যথোক্ত স্থান করে নিতে পারে।]

জন কেনেডিকে শুনি করে হত্যা করবার খবর যখন আপনি রেডিওতে শুনলেন, তখনকার ঘটনাবলী হঠাৎ এমনও আপনার বেশ মনে আছে। আপনার হঠাৎ মনে আছে আপনি কি কাজে ব্যস্ত ছিলেন, কার সঙ্গে কথা বলছিলেন, এমন কি কোন্‌ পায়ে ডর দিয়ে আপনি কারও জন্তে অপেক্ষা করছিলেন। এতদিন পরেও খুঁটিনাটি অনেক কিছুই আপনার মনে পড়ে। এই ধরনের স্মৃতিশক্তি যখন এমন সব লোকের এমন পর্যন্ত মনে আছে, যাঁরা প্রায় দশ বছর আগেই স্মৃতিশক্তি হারিয়েছেন, অর্থাৎ বলতে চাই পৃথিবীর বেনীর তাল লোকই কিন্তু স্মৃতিশক্তি যখন অনেক দিন মনে রাখতে পারেন।

নিশ্চয় এই ধরনের মনে রাখবার ক্ষমতার কারণ জানতে ইচ্ছা হয়। ক্যালিফোর্নিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ের Robert Livingston-এর মতে স্মৃতিশক্তি যখন মনে রাখা সবার মধ্যে একই সাধারণ নিয়ম মেনে চলে। বিশেষ মুহূর্তে বিভিন্ন প্রাপ্তি এবং স্মৃতির স্মৃতির পর্যায় এমন সব স্থান পড়ে, যা তার বিশ্বাস পথে স্মৃতির পরিচয় দেয়। বরুন যদি একটি জন্ত নিকারী পান্নার পড়ে এবং কোন প্রকারে পান্নার বাঁচে, তবে তবিলম্বে যে সে নিকারী হাত থেকে রেহাই পাবার পথ অনেকটা মনে গেছে, সে বিষয়ে সন্দেহ

নেই। কিন্তু প্রশ্ন হলো, জন্তটি প্রথমবার বাঁচাই বা পড়লো কেন? কি ফুল তার হয়েছিল? হঠাৎ পান্নার বাঁচবার কালে খুঁটিনাটি কলা-কৌশল অবিকাশই উত্তেজিত মুহূর্তে মনে না থাকবার কথা। খুব কম ক্ষেত্রে দেখা গেছে সারা জীবনের অবিকাশ ঘটনা কেউ কেউ মনে রেখেছেন। সাধারণ যে যে কারণে বিশ্বাসের বৈজ্ঞানিক ভিত্তির স্মৃতির উদ্ভব হয়, তার মধ্যে স্মৃতিশক্তি হলো স্মৃতিশক্তি যখন বাঁচাই করা। এটির অভাব হলে আধারের মন স্মৃতিশক্তিই অতিরিক্ত ধরনের বোঝার ভূমি থাকবে। তাই কীচা খবরগুলি স্মৃতিশক্তি প্রবেশ করবার পর বাঁচাই হয়। অবিকাশই মনের স্মৃতিশক্তি পড়ে নষ্ট হয়, আর বাঁচাই করা ধরনগুলি মনের বিশেষ সংগ্রহ-শালার পর্যায়ক্রমে জমা হতে থাকে।

যখন, স্মৃতির কোন এক মহিলার সঙ্গে আপনার দেখা হলো। আপনাকে তিনি একটি টেলিফোন নম্বর দিলেন। আশ্চর্য্যের সঙ্গে স্মৃতির জন্তে আপনি হঠাৎ অনেক কিছু জানেন। যেমন, কিতাবে স্মৃতিশক্তির ঠোঁট বড়ছিল, তার চোখ কিতাবে নড়াচড়া করছিল ইত্যাদি। কিন্তু তখন আপনি টেলিফোন নম্বরটির দিকে বেশী নজর দেওয়ার অভ্যাস ঘটানোনি আর মনে রাখতে পারলেন না। টেলিফোন নম্বরটি কিন্তু অনেক দিনের জন্তে স্মৃতির স্মৃতিতে জমা হয়ে থাকবে, যদি সে সময় কেউ আপনাকে বাঁচা না দেয়। কেবা মেহে কোন ঘটনা স্মৃতিশক্তিতে রেখাপাত করতে গেলে প্রায় 1 বছর সময় লেগে যায় এবং সে সময় স্মৃতিশক্তি তেজস্বী প্রকাশ

ও প্রায়শঃই বিভাগ, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়



কালে কিংবা তড়িৎ পাঠালে কিংবা আঘাত কালে মনোযোগ বিকল্প হয়। অনেক টেলিফোন নংর তনতে তনতে আবার আসলটি তুলে বাতয়ার সজাবনা থাকে। মনে রাখার অনেক সময় আবার কিছু কিছু তুলত হতে দেখা যায়। বনরট বনন কপছারী স্মৃতির পৃষ্ঠার থাকে, তখন যে ধরনের তুল হয়—তা হলো বিভিন্ন রকম নব্বের মধ্যে মিল কিংবা মানান আকৃতির মধ্যে মিল। যেমন, কোন হানের নাম তুলবলতা: Lords' bridge না হয়ে Long bridge নামে প্ৰকাশ পায়। আবার কিছুদিন পর ঐ নামটি King's bridge নামে প্ৰকাশ পায়; অর্থাৎ তুল বা হলো, তা হচ্ছে একই রকম অর্থের মধ্যে একটা পোশবেল অবস্থা। অনেকটা এই রকম—প্ৰকাশপারে লেখকের নামানুসারে বইগুলি বা ধেপে বিবরণত অনুবাদী বইগুলি রাখা। অনেকের মতে খবরগুলি মনন বাছাই করার সময় কপছারী স্মৃতির পৃষ্ঠা থেকে দীর্ঘস্থায়ী স্মৃতির পৃষ্ঠার জন্ম হয়, তখন এই ধরনের পরিবর্তন হয়ে থাকে।

ইন্দ্রিয়ীয় স্মৃতিতে তড়িৎ-প্ৰবাহ পাঠিয়ে স্মৃতি সম্পর্কে চাকল্যকর বনর পাওয়া সম্ভব হয়েছে। বিশেষভাবে তৈরী তড়িৎ-ধারের সাহায্যে স্মৃতির temporal lobe নামক স্থানে তড়িৎ পাঠালে হাজিরের পুত্রমো মিনের অনেক কথাই স্মরণ করিয়ে দেয়, যা আপাতদৃষ্টিতে মন থেকে মুছে গেছে বলে ধরে নেওয়া হয়। Wilder Penfield-এর মতে মস্তিষ্ক নানা ঘটনার বুটিনটি স্মৃতিতেই চিত্রমিবের মত ধরে রাখতে পারে। অনেককে অবত এই ধারণা স্বীকার করতে রাজী মন। তাঁদের মতে অনেক ঘটনা মনে রাখবার মানে এই নয় যে, স্মৃতির পাখা থেকে কোন কিছুই মুছে যায় নি।

#### পত্নীকামলে জ্ঞান ?

Karl Lashley মস্তিষ্কের স্মৃতিসম্পর্কিত স্থানগুলি অনেক চেষ্টা করেও বুঝে পেতে ব্যর্থ

হলেন। এর পর অনেক পত্নীকা থেকে বোটাছুটি এই সিদ্ধান্তে আসা গেছে যে, স্মৃতিসংক্রান্ত ঘটনাগুলির সঙ্গে রাসায়নিক সম্পর্ক আছে।

একধরনের মতে, বংশজাত ধর্মের মূলে প্ৰজনন সঙ্কেতের যে সম্পর্ক—স্মৃতির মূলত এমন কতকগুলি রাসায়নিক অণু কাজ করছে, যায়া স্মৃতির ব্যক্তি বহন করে। পত্নীকামারে এই ধারণার কপকে মন-রকম পৰ্যবেক্ষণ সংগ্ৰহ করা এখনও সম্ভব হয় নি।

কেউ কেউ বলেন, স্মৃতি এক প্ৰাণী থেকে অন্য প্ৰাণীতে চালান দেওয়া যায়। মিচিগান বিশ্ববিদ্যালয়ের Janes McConnell একবার একবার একটি পত্নীকার কথা উল্লেখ করেছিলেন। Pavlov-এর কুকুরকে যেমন ঘটা বাজবার সঙ্গে সঙ্গে মুখের লালা নিঃসরণ করতে দেখানো হয়েছিল, তেমনি McConnell-এর পত্নীকার আলোর উপস্থিতিতে flat worm-কে কুকুরে যেতে অভ্যাস করানো হয়েছিল। এই পত্নীকার বিশেষভাবে নিকা-প্ৰাপ্ত কতকগুলি flat worm-এর অনিষ্ট ধোয়ে কতকগুলি অনিষ্ট flat worm বিয়া প্ৰশিক্ষণে নিশ্চিত হয়েছিল। অনেকেই তখন ব্যঙ্গ করে বলেছিলেন—তা হলে এবার হাজিরের শিকড়ের উন্মিষ্ট বাইয়ে মিলে ওরাত পণ্ডিত হয়ে যাবে।

১৯৬৫ সনে কিছু কিছু বনর প্ৰকাশ হতে শুরু করল যে, এক প্ৰাণীর স্মৃতি অন্য প্ৰাণীতে চালান দেওয়া হয়তো সম্ভব। বিশেষভাবে নিকা-প্ৰাপ্ত ডীক ইঁদুরমিষ্ট ইঁদুরের মস্তিষ্ক থেকে গ্রিবা-মিষ্টিক্লিক অ্যাসিড কিংবা সংক্ষেপে RNA নিষ্কাশন করে এবং ঐ RNA সাধারণ অনিষ্টিক ইঁদুরের মস্তিষ্কে প্ৰবেশ করিয়ে কেউ কেউ দেখানেন যে, ইঁদুরগুলি নিশ্চিত হয়ে গেছে। অনেকে মনে করেন এ এক ধরনের বোকাবাড়ী।

#### অপুৰীকণ বস্তুর তলার রাসায়ন

যার নেওয়া যেতে পারে যে, মস্তিষ্ক যে অনন্য কোষ দিয়ে তৈরি, তারই কোন না কোন অণুতে



যক্তি সজ্জিত হয়ে আছে। এই ব্যাপারে Holger Hyden দেখাতে সক্ষম হয়েছেন যে, শিকার যন্ত্রিক-কোষের রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটায়। Paul Lange-এর সুকৃতভাবে কাজ করে Holger Hyden এমন সব কলা-কৌশল অবিকার করলেন, যা আধুনিক যন্ত্রিক-বিজ্ঞানের উল্লেখযোগ্য অবদান হিসাবে স্থান পাবে। এক কথায় তাঁরা যন্ত্রিকের প্রাথমিকায়ন অপরীক্ষণ বস্তুর সাহায্যে দেখাতে পেরেছেন। বহু সংখ্যক যন্ত্রিক-কোষে শিকার প্রভাবে কোন নতুন প্রোটিন তৈরি হয় কিনা—তা পরীক্ষা করে দেখলেন। একটি সূত্র লগা মনে জেনোজাতীয় পদার্থ তৈরি করে, শিকারপ্রাপ্ত ইঁদুরের যন্ত্রিক থেকে পাওয়া পূর্ব সাধারণ পরিমাণ প্রোটিন জেনোজাতীয় এক প্রোভে রেখে, তড়িৎ-প্রবাহ পাঠিয়ে বিভিন্ন প্রোটিনকে পৃথক করতে সক্ষম হলেন। নিকিত ইঁদুরের দেহে ডেজফ্রি অ্যানিমো অ্যানিড প্রয়োগ করা হলো শিকার শেষ সময়ে। ডেজফ্রি পরিমাপক গাইগার বস্ত্রে (Geiger counter) ডেজফ্রিয়ার পরিমাণ বেশে দেখালেন যে, শিকার প্রভাবে নতুন প্রোটিন তৈরি হয়। আগেরই জানা ছিল যে, যন্ত্রিকে পূর্ব বেশী পরিমাণ RNA আছে। এই RNA আবার নতুন প্রোটিন সংশ্লেষণে অংশগ্রহণ করে। Hyden-এর মতে যন্ত্রিকে RNA-এর উল্লেখযোগ্য ভূমিকা আছে। প্রাণীদের বয়ঃসুতির সঙ্গে সঙ্গে যন্ত্রিকে RNA-এর গুণগত এবং পরিমাণগত পরিবর্তন হতে দেখা গেছে। ইঁদুরের ক্ষেত্রে জন্মগ্রহণের সময় RNA-এর পরিমাণ কম থাকে, কিন্তু বয়ঃসুতির সঙ্গে সঙ্গে বাড়ে, আবার বৃদ্ধ অবস্থায় কমতে থাকে। বাস্তবের ক্ষেত্রেও RNA-এর পরিমাণ হাড়হাড়ায় বৃদ্ধ বয়সে কমতে থাকে। সাধারণতঃ প্রাণীদের মধ্যে প্রায় একই রকম বিবর্তন দেখা যায়। উল্লেখযোগ্য হলো যে বিভিন্নভাবে এই RNA-এর পরিমাণের পরিবর্তন লক্ষ্য করা

গেছে। কখনও শিকারপ্রাপ্তের সময় RNA-পরিমাণ বেড়ে যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে রাসায়নিক পরিবর্তনও ঘটে। আরও দেখা গেছে যন্ত্রিক-কোষে RNA বাড়বার সঙ্গে সঙ্গে প্রোটিনের পরিমাণও বাড়তে থাকে। এ থেকে মনে হচ্ছে যে, নতুন প্রোটিন সংশ্লেষণে RNA-এর ভূমিকা আছে।

1962-65 সনে Hyden যে সব পরীক্ষা করেছেন, সেগুলি বেশ উল্লেখযোগ্য। একটি পরীক্ষায় ডানহাতি ইঁদুরগুলি বাম হাতে বাবার নিতে আর বামহাতি ইঁদুরগুলি ডান হাতে বাবার নিতে নিবল। এখন কেন্দ্রে বোঝা যাচ্ছে যে, শিকার প্রদান কালগুলি যন্ত্রিকের ডান দিক দিয়ে করা হয়েছে। একই যন্ত্রিকের উত্তর দিকের কোষগুলির জুলনামূলক পরীক্ষা থেকে জানা গেছে যে, যন্ত্রিকের যে দিক দিয়ে শিকার কাজ হয়, সেদিকের কোষে RNA-এর পরিমাণ অস্বাভাবিকভাবে প্রতি দিন নিয়মিত হারে বাড়তে থাকে এবং 9 দিন পর RNA-এর পরিমাণ বিগত হয়। এই সময় অতিরিক্ত RNA বা তৈরি হয়, তার প্রকৃতির পরিবর্তন ঘটে।

যন্ত্রিক সম্পর্কিত অত্যন্ত পরীক্ষা Hyden-এর মতবাদ—‘শিকার সঙ্গে RNA-এর অভ্যন্তরীণ সম্পর্ক’ সর্বধন করে। ম্যাসাচুসেট বিশ্ববিদ্যালয়ের Victor Shashoua পোকাকিণ (টীন ও আগাধের পোনালী রঙের একরকম মাছ) এর কান্টোর কতকগুলি ডেলা বেঁধে বাহুল্যকে জলে ছেঁকে দিলেন। কলে বাঁহের দেহের প্রায় সবটাই জলের তলায় কিন্তু মাথাটা উপর দিকে হয়ে গেল। এই অবস্থায় তিন ঘণ্টা কঠোর শিকার পর বাহুল্য ডেলা ছাড়াই এই ভাবে শীতের কাটতে নিবল। এই ভাবে শিকারপ্রাপ্ত বাহুল্যের যন্ত্রিকে RNA-এর পরিমাণগত পরিবর্তন দেখা গেল।

1970 সনে Hyden এবং Lange ইঁদুরের



অতিক-কোনে S 100 নামে এক ধরনের প্রোটিনের সন্ধান পেলেন। এক হাত ছেড়ে অন্য হাতে কাজ করা পেখাবার সময় বিশেষ প্রোটিনটি ঠিকি হতে দেখা গেল। S 100 প্রোটিন একমাত্র মস্তিষ্কেই পাওয়া গেছে। নিকশকালে প্রায় একই কব আর একটি প্রোটিনের সন্ধান পাওয়া গেছে, যুক্তি এখনও সত্যিকার হয় নি। Hyden এবং Lange-এর মতে এটি S 100-এর পরিবর্তিত-কণ। S 100 কিংবা অন্য প্রোটিনগুলি যেভাবেই থাকুক না কেন, 'স্মৃতির সঙ্গে ওরা সাংকেতিক প্রাণে জড়িত'—Hyden-এর এই মতবাদকে অনেক বিশেষজ্ঞ গ্রহণ করেন নি। আপত্তির প্রদান করণ হলো, যখন কোন ব্যক্তি হঠাৎ কিছু মনে করতে চান, তখন এত অল্প সময়ের মধ্যে মস্তিষ্কে কি করে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে স্মৃতি উদ্ধারের কাজটি হয়ে থাকে? অন্য একদলের মতে Hyden বা দেখিয়েছেন তা। শুধুমাত্র প্রমাণ করে যে, মস্তিষ্ক-কোনে রূপান্তরিত RNA আর প্রোটিন তৈরি হয়—এথেকে অন্য কিছু বলা চলে না।

নিকার সঙ্গে প্রোটিনের সম্পর্ক আছে, এই ধারণা অনেক দিনের। মিচিগান বিশ্ববিদ্যালয়ের Bernard Agranoff পোকাকিপের মাধ্যমে Puromycin নামক ডেবজটি প্রয়োগ করে দেখতে পেলেন যে, মস্তিষ্কে প্রোটিন সংশ্লেষণের হার অনেকটা কমে গেছে। জানা আছে যে, এই ডেবজটি প্রোটিন সংশ্লেষণে বাধা দেয়। আরও দেখা গেল, প্রোটিন সংশ্লেষণ ব্যাহত হবার সঙ্গে সঙ্গে পোকাকিপের নিকার ঘটনা মনে রাখবার ক্ষমতাও লোপ পেয়েছে। Agranoff-এর পরীক্ষার যেভাবে পোকাকিপকে নিকা দেওয়া হয়েছিল, তা খুবই সাধারণ। পোকাকিপকে অনেকগুলি ছোট ছোট জলাধারে রাখা হয়েছিল। প্রত্যেকটি জলাধারের মধ্যে একটি করে প্রতি-বন্ধক ছিল। সুইচ টিপে জলাধারের যে কোন

প্রান্তে আলো আলিয়ে বাহুল্যকে সতর্ক করে দেওয়া হতো যে, জলাধারের যে প্রান্তে আলো আছে, সেই প্রান্তে বাহুল্যের বৈজ্ঞানিক আখ্যাত পাবার সম্ভাবনা আছে। এভাবে বাহুল্যবাহিক পরীক্ষা চালিয়ে বাবার কলে বাহুল্যনি খুব সহজেই বৈজ্ঞানিক আখ্যাত উপেক্ষা করে আলো জলাধার সবে সবে প্রতিবন্ধকগুলি অভিক্রম করতে দেখা গেলো। কিন্তু অল্পদিনের কাল শেষ হবার সঙ্গে সঙ্গে যদি পোকাকিপকে Puromycin প্রয়োগ করা হয়, তবে বাহুল্যনি পুরাপুরি সব নিকাটি তুলে বার। নিকার এক ঘণ্টা পর Puromycin প্রয়োগ করলে অল্পদিন-কালের স্মৃতি অক্ষুর থাকতে দেখা গেছে; অর্থাৎ এই এক ঘণ্টা সময়ে বাহুল্যের মস্তিষ্কে যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটেছে, তা দীর্ঘস্থায়ী স্মৃতিতে পরিণত হয়েছে।

শেষ প্রয়োগ করে অল্পদিনের প্রত্যাব নিশ্চিন্ত করা কিংবা Hyden-এর পরীক্ষা কোনটাই স্মৃতির মূল রহস্য উন্মোচনে পুরাপুরি সাক্ষ্য লাভ করতে পারে নি। এখনও বলা যেতে পারে যে, ডেবজটি মস্তিষ্কে সাময়িক বিক্রিয়ার কলেই অল্পদিনের প্রত্যাব লোপ পেয়েছে, যেমন নাকি বাবার পুরি হারলে কনিকের জন্তে স্মৃতিবিব্রত হয়ে থাকে। Agranoff এবং আরও অনেকে আজকাল এই ধারণা পোষণ করেন যে, সমস্ত জানিত মস্তিষ্কে কোন না কোন ভাবে সঞ্চিত হয়ে থাকে। এর জন্তে আরও অনেক পরীক্ষার প্রয়োজন আছে।

দেখা কিংবা বেছে নেওয়া।

সমস্ত রকম আনন্দ একমাত্র মস্তিষ্কের মাধ্যমেই হয়ে থাকে—এমন একটি ধারণা পোষণ করা ঠিক নয়। প্রাকৃতিক বিবর্তনে প্রকৃতি যে নিকশাত করে, তা জীবজগৎকে বেঁচে রাখবার পথ বাতুলে দেয়। Charles Darwin-এর বিখ্যাত আবিষ্কার বিবর্তনের ঘটনা দিয়ে নয়



বহু প্রকৃতিতে বিবর্তন যে নিয়মে চলে তার কলকাতা সম্পর্কে। দেখা গেছে প্রজনন-সম্বন্ধে নিশিথে কীট কিংবা কৌশলকর্ম পরিবর্তন ঘটলে মাতা-পিতা থেকে সন্তানের মধ্যে ঐ কীট প্রকাশ পায়। আভাসরূপে কীট কিংবা পারিপার্শ্বিক অংশের প্রতিটা লাভ করতে পারে বা বলে এদের অধিকাংশই বাচে না। কিন্তু কিছু কিছু বেঁচে থাকবার ক্ষেত্রে নির্ধারিত হয় এবং এই বেঁচে থাকবার নির্ধারন লক্ষ লক্ষ বছর ধরে চলতে থাকে। বর্তমান যুগে আমরা যে সব প্রাণীদের দেখছি, সেগুলি সবই যা বলা হলো তার কলকল্প।

প্রকৃতি থেকে বহু রকম জ্ঞানার্জন আমরা করি, তার মধ্যে আরও একটি উল্লেখযোগ্য হলো রোগাক্রমণের পর জীবদেহে রোগ প্রতিরোধকমতা অর্জন। যেমন—কোন লোকের বদন হয় হয়, তখন প্রথম দিকে তাকে বেশ কাঁচু করে কেলে, কিন্তু তার পরীক্ষা ঐ রোগের সঙ্গে সংক্রামিত চালিয়ে শের পর্যন্ত জরলাত করে। এর পরেও যদি সে হাঁসের বীজাণু দ্বারা আক্রান্ত হয়, তবে বিপদে পড়বার সম্ভাবনা খুবই কম থাকে; অর্থাৎ তার পরীক্ষা একবার হাঁসের বীজাণু দ্বারা আক্রান্ত হবার ফলে হাঁসের বীজাণু চিনতে শিখেছে, এমন কি, দেখে antibody তৈরি করে হাঁসের বীজাণু আক্রমণ প্রতিরোধ করতেও সক্ষম হয়েছে। আরও অত্যন্ত সংক্রামিত রোগের ক্ষেত্রেও বহু প্রাণ একইভাবে প্রতিরোধকমতা অর্জন করে।

প্রকৃতি এবং মানুষের তৈরি অণুসংক্রামিত antigen নামক পদার্থের সঙ্গে antibody-র সম্পর্ক থাকার খুব অপ্রত্যাশিতভাবে মনে হবে যে, বেহের প্রতিরক্ষা প্রণালী অর্থাৎ কিভাবে antibody তৈরি হবে, তা antigen-এর কাছ থেকেই দেখে। 1961 সালের মধ্যভাগে যে সব গবেষণা হয়েছে, তা এই ধারণাকে জুল প্রমাণ করেছে। এত অসম্ভব মনে হবে যে, বেহের প্রতিরক্ষা

প্রণালী কিভাবে জানতে শিখলো যে, লক্ষ লক্ষ সম্ভাব্য antigen-এর মধ্যে মাত্র একটি antigen-এর সঙ্গে এতটাবার সক্রিয় antibody-র মিলটি হবে। এখন মনে হচ্ছে যে, antigen প্রচুর পরিমাণে antigen-এর সঙ্গে সম্পর্ক আছে, এমন antibody-সম্বন্ধিত কোষ তৈরি করে; অর্থাৎ প্রাকৃতিক বিবর্তনের মতই বহু সংখ্যক antigen-এর মধ্যে কেবলমাত্র একটি antigen-এর antibody তৈরি করার কাজটি বাছাই হয়ে থাকে।

Antigen এবং antibody-র সম্পর্ক জার্মান বৈজ্ঞানিক Niels Jerne-র মনে প্রথম জাগ্রানো—হয়তো 'বাছাই' প্রক্রিয়া বৈজ্ঞানিক শিকার ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য। এর বহু আগে Socrates মনে করতেন, মানুষের সমস্ত জ্ঞান বা কল্পনা অনেক আগে থেকেই মস্তিষ্কে জমা হয়ে থাকে, তা না হলে ঐ সব জ্ঞান ও কল্পনাকে আমরা উপলব্ধি করতে পারতাম না। এদিক দিয়ে বিচার করলে শিকার এমন একটি ব্যাপার, যা আমাদের জানা কোন কিছুকে সুস্থূর্তের মধ্যে শ্রমণ করিয়ে দেয়।

ছকে-বাঁধা খবর সুস্থূর্তের মধ্যে চালু করা।

অন্যান্য সংবাদ মস্তিষ্কের বিভিন্ন কোষে যেভাবে সঞ্চিত হয়ে থাকে, তা যদিও মস্তিষ্কের অসাধারণ কল্পনার পরিচয় দেয়, কিন্তু এর চেয়েও আশ্চর্যজনক হলো, সুস্থূর্তের মধ্যে পূর্ণ অভিজ্ঞতার কথা শ্রমণ করতে পারে। অনেক লোক যখন একসঙ্গে মনে পরামর্শ করে কিংবা গল্প করে, তখন যথার্থ পদ্ধতিতে কিভাবে এমন অনায়াসে চাপু হয়, তাওলে আশ্চর্য হতে হয়।

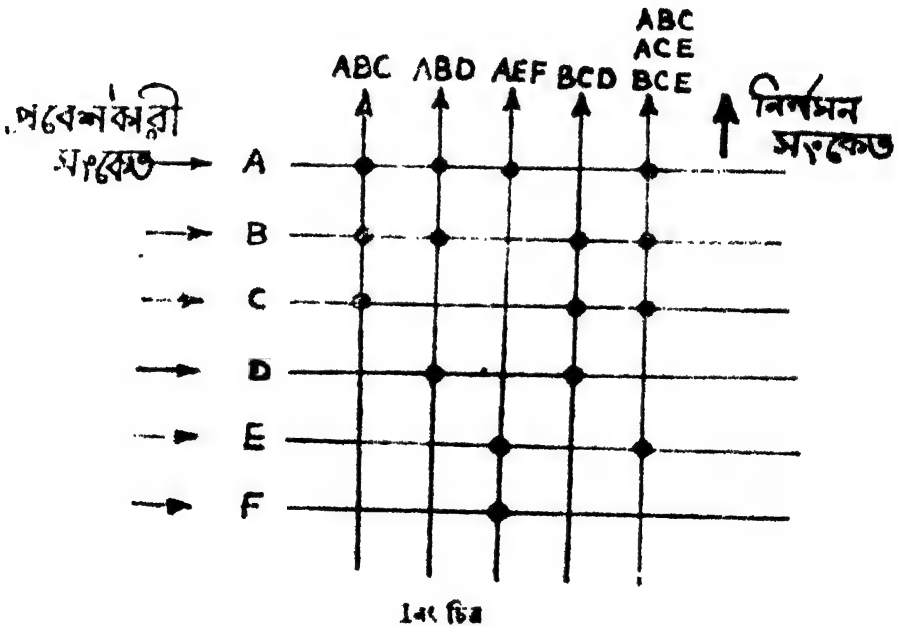
Holography নামক ছবি তোলবার নতুন পদ্ধতি মস্তিষ্ক-গবেষকদের আশাব্যস্ত করেছে যে, তদ্বিধাতে হয়তো এর দ্বারা মস্তিষ্কের পরিচয় দেওয়া সম্ভব হবে। আজকাল অধিকাংশ বৈজ্ঞানিকের মধ্যে একটা প্রবণতা দেখা গেছে যে, বহু সব নতুন



কারিগরি কল্যাণেপন চাই করে যন্ত্রিকের সহায়ত  
উদ্ভাটনে প্রয়োগ করা। তাই অবশ্যে টেনি-  
কোন, শীতক বহু, কম্পিউটার বহু প্রকৃতির সমাবেশ  
দ্বিধে একটি কৃত্রিম যন্ত্রিকের করণা করছেন,  
যদিও holography-র আবিষ্কার যন্ত্রিক-বিশা-  
রবদের দ্বিতীয় বহু-বহু সন্দর্ভে অনেকটা  
আভাস দিয়েছে। Holography-তে লেজ  
বাহ্যায় না করেই সাধারণ আলো এবং লেজার  
(Laser) রশ্মি প্রয়োগ করে কোন বস্তুর ছবি  
তোলা হয়। ঐ ছবিগুলিতে কতকগুলি লাইন  
কিবা বিদ্যুৎ ছাড়া আর কিছুই থাকে না। হস্তরাং  
সাধারণ চোখে—যে বস্তুর ছবি তোলা হলো সে  
সন্দর্ভে কোন ধারণাই করা যাবে না। ঐ  
ছবিটিকে বলা হয় holoram। Hologram-এর

বহু বাইরে থেকে লাভা দিলে বহু সংখ্যক বহু  
কল্পণাবে বেরিয়ে আসে।

১৯৬০ সালের শেষের দিকে holography-র  
হস্তগতিকে প্রায় সমাপ্তি কাঁজে লাসিয়ে দ্বিতীয়  
হস্ত উদ্ভাটনের চেষ্টা চলে। এই প্রচেষ্টায়  
পুরোভাগে ছিলেন এডিসন। বিশ্ববিদ্যালয়ের  
Christopher Languet—Higgins। ১৯৬৯  
সালে এই বিষয়ে নতুন আরও অনেক কিছু জানা  
সম্ভব হয়েছে। Christopher Languet—  
Higgins এবং তাঁর সহকর্মীদের মতে, যন্ত্রিক  
একসঙ্গে যদিও অসংখ্য সংবাদে সংমিশ্রণ করে  
রাখতে পারে, কিন্তু কোন প্রবেশকারী সাংকেতিক  
নির্দেশ কেবলমাত্র প্রয়োজনীয় সংবাদগুলিই বিশেষ  
সংমিশ্রিত অবস্থায় মুক্ত করে। যন্ত্রিকের যে



চিত্র দিয়ে আবার সাধারণ আলো এবং লেজার  
রশ্মি পাঠানে মূল বস্তুর ত্রিমাত্রিক রূপ পর্দায় ফুটে  
উঠে। অনেকের ধারণা যন্ত্রিক-ভাবে অনেকটা  
এভাবে বহু জমা হয়ে থাকে এবং কোন চিত্র

অংশটি সংবাদমুক্ত হলো, ঐ অংশটি আরও অনেক  
রকম কাজ করতে পারে। যন্ত্রিকে যেভাবে সংবাদ  
প্রবেশ করে এবং নির্গত হয়, তা ১৭৭ চিত্রের  
সাহায্যে আরও সহজভাবে দেখানো হলো।



চিত্রে সংযোজক বিন্দুগুলি দিয়ে দৃষ্টিকে বোকাষো হয়েছে। প্রবেশকারী সংকেতের বিশেষ মিলন থেকে উদ্ভূত নির্গমন সংকেতকে বাড়ানো দিবে দেখানো হয়েছে। প্রবেশকারী সংকেতের একটি সংযোগ একের বেশী নির্গমন সংকেতের প্রকাশ ঘটতে পারে। আবার অন্যভাবে একই নির্গমন সংকেত বিভিন্ন প্রবেশকারী সংকেতের মিলনে তৈরি হতে পারে। এভাবে লক্ষ লক্ষ সংযোগ মিলিত সংবাদ সংরক্ষণের অসম্ভব কষ্টটাকে কতকটা ব্যাখ্যা করতে সক্ষম হয়েছে।

মস্তিষ্কের স্মৃতি-রহস্য এখনও অজানাই রয়ে

গেছে। এখন পর্যন্ত যা জানা গেছে, তার পরিপ্রেক্ষিতে কতকগুলি কেন্দ্রে দৃষ্টির কারণ ব্যাখ্যা করা গেলেও বেশীর ভাগ কেন্দ্রেই তা অসীমায়িত থেকে গেছে। স্নায়ু-রসায়নবিদ্যের পরীক্ষা থেকে যা জানা গেছে, তা দৃষ্টি আহরণ ব্যাখ্যা করতে পারলেও স্নায়ু-রসায়নের দ্বিতীয় প্রকাশ ব্যাখ্যা করতে ব্যর্থ হয়েছে। এদিক থেকে আধুনিক holography-বিজ্ঞানের প্রয়োগ অনেকটা সাকল্য লাভ করেছে বলা চলে। আবারও খারিশা, আধুনিক স্নায়ু-রসায়নের তত্ত্বসমূহ নতুন কলা-কৌশল, পরীক্ষাবিধি এবং অকণার প্রয়োগ দৃষ্টি-রহস্য উদ্ঘাটনে অনেক সাহায্য করবে।

## আয়নন-তত্ত্ব এবং জ্যোতির্পদার্থ-বিজ্ঞান

বৈজ্ঞানিক বস্তু\*

আধুনিক জ্যোতির্পদার্থ-বিজ্ঞান যে কয়টি অতি গুরুত্বপূর্ণ বাণ পেয়েছে বর্তমানে সার্বিকতার উদ্ভূত করে এসে পৌঁছেছে, নক্ষত্রের বর্ণালী বিশ্লেষণ (Spectral analysis) এবং বর্ণালী অঙ্কনকারী নক্ষত্রের শ্রেণিবিভাগ (Spectral classification of stars) তার মধ্যে সূত্রবদ্ধ: সম্বন্ধেই বেশী গুরুত্বপূর্ণ। এই শ্রেণিবিভাগের সমস্ত একাধারে যেমন ছিল অত্যন্ত কষ্টিন, তেমনই এর আকর্ষণ ছিল প্রবল। বিগত শতাব্দীর শেষভাগে এবং বর্তমান শতাব্দীর প্রথম ভাগে প্রায় 50 বছর ব্যাপ্ত পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের প্রথম সারির বহু বিজ্ঞানী বর্ণালীর প্রতি অঙ্কনকারী নক্ষত্রের শ্রেণিবিভাগকে একটি গুহ্য বৈজ্ঞানিক ভিত্তির উপর প্রতিষ্ঠিত করার জন্যে যত্নোনিবেশ করেছিলেন। কিন্তু বহু ভ্রম-ভ্রমণ এবং বহুবিধ পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেও যখন তাঁরা কিছুতেই সঠিক বৈজ্ঞানিক ভিত্তি (Scientific

basis) খুঁজে পাননি তখন, তখন পরজীবী ভারতের এক অগাধ তরুণ বিজ্ঞানী ভট্টর দেবদাস সাহা পৃথিবীর আশ্চর্য্যবাস এবং পরম নিষ্ঠাতার সেই বৈজ্ঞানিক স্রষ্টা বিশ্বের বৃহৎ-মণ্ডলীর সম্মুখে উপস্থাপিত করেন। প্রথমটার বৈজ্ঞানিক মূল্যে একটা বিশ্ব-বিস্তৃত তার দেখা দিল, তারপর চমক ভাঙলে চারদিকে বহু বহু হব পড়ে গেল। বিশ্বের বিদ্বৎসমূহ এই ভারতীয় প্রতিভাকে সাহসে বরণ করে নিলেন।

এখন দেখা যাক, নক্ষত্রের বর্ণালী বিষয়ে তদানীন্তন সংবেদনা এবং তাৎপ্যে লভ্য জ্ঞান তখন কি অবস্থা ছিল। নক্ষত্রের বর্ণালী পরীক্ষা করলে দেখা যায় যে, সমগ্র বর্ণালী ছেঁড়ে আড়াআড়িভাবে অসংখ্য কালো কালো রেখা (Line) বা রেখাময় (Band) সাজানো হয়েছে।

\* সঙ্গিত বিভাগ, বাবুপুর বিশ্ববিদ্যালয়, কলিকাতা-32



নক্ষত্রকে থেকে যে আলোক বিকিরিত হচ্ছে, নক্ষত্রের বায়ুমণ্ডলের (Atmosphere) উপাদান অণু এবং পরমাণু কর্তৃক সেই আলোর কিছু অংশ নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে শোষণের (Absorption) ফলে এই কালো রেখাগুলির সৃষ্টি হয়। প্রত্যেকটি অণু বা পরমাণু তার নিজস্ব নির্দিষ্ট-প্রকৃতি অল্পসংখ্যক নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে রেখাসমষ্টি বা রেখা উৎপন্ন করে। কাজেই কোন বিশেষ রেখা বা রেখাসমষ্টি কোন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে উৎপন্ন হয়েছে, তা থেকে জানা যায়, উক্ত রেখা বা রেখাসমষ্টি কোন পরমাণু বা অণু কর্তৃক সৃষ্টি হয়েছে। অতএব বর্ণালীতে কোন যৌল উপাদানের রেখা বা রেখাসমষ্টির উপস্থিতি নক্ষত্রেই এই উপাদানটির অস্তিত্ব প্রমাণ করে। এখন যদি কোন নক্ষত্রের বর্ণালীতে কোন একটি উপাদানের পূর্ব শক্তিশালী রেখার উপস্থিতি দেখা যায়, তাহলে সহজেই মনে হতে পারে যে, এই নক্ষত্রেই অজ্ঞাত উপাদানের জ্বলনায় উক্ত উপাদানটি পূর্ব অবিক-মাত্রায় রয়েছে। অল্পপরিমাণে, কোন উপাদানের পূর্ব স্থানান্তর উপস্থিতি নক্ষত্রেই এই উপাদানটির অস্তিত্ব অল্পমাত্রায় অস্তিত্ব নিশ্চয় করতে পারে। কোন নক্ষত্রের বর্ণালীতে কোন বিশেষ উপাদান-প্রসূত রেখার সম্পূর্ণ অল্পস্থিতি উক্ত নক্ষত্রেই উপাদানটির সম্পূর্ণ অস্তিত্বহীনতার বোধ জন্মিয়ে দিতে পারে। তৎকালীন নামী বিজ্ঞানীদের মধ্যে ইংরেজ নক্ষত্রের বর্ণালীর এই সহজ ব্যাখ্যার আকৃষ্ট হয়েছিলেন, তাঁদের সংখ্যা নিত্য কমে ছিল না। তাঁরা মনে করতেন, বিভিন্ন নক্ষত্র বিভিন্ন উপাদানে গঠিত। কোন নক্ষত্রে যে উপাদানটি বর্তমান অবিকমাত্রায় থাকবে, সেই নক্ষত্রের বর্ণালীতে সেই উপাদানসমৃদ্ধ রেখা বা রেখাসমষ্টি তত বেশী শক্তিশালী হবে। নক্ষত্রেই উপাদানতত্ত্ব—এই ছিল তাঁদের বিশ্বাস। এরই ঠিক পাশাপাশি অপর একজন জ্যোতির্বিজ্ঞানী কিন্তু তির্যক পোষণ করতেন।

তাঁদের মতে, নক্ষত্রের বর্ণালীর বিভিন্নতা বয়সের সঙ্গে সঙ্গে তাঁদের বিবর্তনের (Evolution) রহস্য ব্যক্ত করে; অর্থাৎ কোন নক্ষত্র তার বিবর্তনের কোন স্তরে রয়েছে, তাই উপর এই নক্ষত্রের বর্ণালীর প্রকৃতি নির্ভরশীল। এঁদের ধারণা, একই নক্ষত্র তার বিবর্তনের বিভিন্ন স্তরে বিভিন্ন বর্ণালী উৎপন্ন করবে। অসংখ্য নক্ষত্রের বর্ণালী নক্ষত্রসমূহের বহু বিভিন্ন বিবর্তন-স্তরে সৃষ্টি করে। সাধা সত্যের নক্ষত্রগুলি সব স্তরে বসেন। তারপর বিবর্তনের স্তর বয়সের সঙ্গে সঙ্গে বর্ততে থাকে, ততই নক্ষত্রগুলি স্নায়ু, হলুদে লাল ইত্যাদি রঙে পরিবর্তিত হয় এবং তাঁদের বর্ণালীও সঙ্গে সঙ্গে বদলাতে থাকে। এভাবে পাশাপাশি দুটি বিভিন্ন মতবাদ জ্যোতির্বিজ্ঞানীদের মধ্যে প্রতিষ্ঠা লাভ করেছিল। উদাহরণস্বরূপ ইংরেজ জ্যোতির্বিজ্ঞানী ই. মন্ডার (E. W. Mander) কখনো বলা থাকে। তাঁর মতে, নক্ষত্রের বর্ণালীর প্রায়ই তার কোন বিবর্তনের স্তরের উপর নির্ভরশীল নয়, এই জ্যোতির্বিজ্ঞানীদের মতে নক্ষত্রের বয়সের সামান্যিক উপাদানের উপর। অপরপক্ষে হার্ভার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের মিসেস ক্লার্ক (Miss Clerk) লিখেছেন—“নক্ষত্রের প্রাথমিকভাবে তৈরি হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে অসংখ্যভাবে জড়িত।”

এসব তো গেল তত্ত্বের কথা! তৎকালীন সৌন্দর্য্য না ঘটিলেও কিন্তু তৎকালীন অজ্ঞাততার উপর নির্ভর করে জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা বহু বিভিন্ন নক্ষত্রের বর্ণালীগুলিকে অল্প কয়েকটি প্রধান স্তরে ভাগ করার প্রয়াস পেয়েছিলেন। এতদূর জ্যোতির্বিজ্ঞানের প্রথম সার্থক প্রচেষ্টা ইতালীয় জ্যোতির্বিজ্ঞানী ফাদার সেচ্চি (Father A. Secchi)। তিনিই প্রথম লক্ষ্য করেন—বর্ণালীর প্রকৃতি যদিও নক্ষত্রের বর্তমান সংখ্যা, কিন্তু বর্তমান বর্ণালীর বিভিন্ন স্তরে এর অল্প কয়েকটি প্রধান স্তরে বিভক্ত করা



যায়, তিনি প্রায় 4,000 নক্ষত্রের বর্ণালী বিশ্লেষণ করে তাদের যোড়ানুটি চারটি শ্রেণীতে ভাগ করেছেন। প্রথমতঃ, লাল রঙের নক্ষত্র, যাদের বর্ণালীতে পারমাণবিক হাইড্রোজেনের বিশোষণজনিত রেখাসমূহ (Absorption lines) অতি শক্তিশালী। দ্বিতীয়তঃ, হলুদ রঙের নক্ষত্র, যাদের বর্ণালীতে পারমাণবিক বাতুর (Metal atoms) বিশোষণজনিত অসংখ্য রেখা বর্তমান। এই পারমাণবিক বাতু তড়িৎ নিরপেক্ষ (Neutral) বা আয়নিত (Ionized) হুই-ই হতে পারে। তৃত্ব এই শ্রেণীভুক্ত একটি নক্ষত্র। কাদার সেক্সির অপর দুটি শ্রেণীভুক্ত নক্ষত্রেরা লাল রঙের। শক্তিশালী আণবিক রেখাসমূহই (Strong molecular bands) এদের বর্ণালীর প্রধান বৈশিষ্ট্য। প্রথম শ্রেণীর বর্ণালীতে অক্সাইড অণুজনিত ( $TiO$ ,  $ZrO$ ) এবং দ্বিতীয় শ্রেণীর বর্ণালীতে কার্বন অণুজনিত ( $C_2$ ) রেখাসমূহ (Bands) প্রবল। নক্ষত্রের বর্ণালীর প্রেনি-বিজ্ঞানে সেক্সির কাজ এক অতুল্য পথের সূচনা করেছিল।

কাদার সেক্সির কাজের প্রায় 20 বছর পরে 1886 সালে হার্ভার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের জ্যোতি-বিজ্ঞানীরা পিকারিংয়ের (E. C. Pickering) নেতৃত্বে নক্ষত্রের বর্ণালীর প্রেনিবিজ্ঞানের এক বিরাট কর্মসূচী গ্রহণ করেন। এই কাজে পিকারিংয়ের দক্ষিণহস্তস্বরূপ ছিলেন এমজী ক্যানন (A. J. Cannon)। আধুনিকতার বিখ্যাত বিজ্ঞানী হেনরী ড্রেপারের (Henry Draper) স্মৃতি স্মরণে তাঁরা এই কাজে নিজেকে বিনিয়োগ দিয়েছিলেন। এই বিরাট কর্মসূচীর কলস্বরূপ বকায় বকায় প্রকাশিত হলো হেনরী ড্রেপার তালিকা (Henry Draper Catalogue)। এই তালিকায় প্রায় 403,000 নক্ষত্রের বর্ণালীর প্রেনি নির্দেশ করা হয়েছে। দীর্ঘ চল্লিশ বছর ধরে এই বিপুল সংখ্যক নক্ষত্রের বর্ণালী একে একে

পরীক্ষা করে তাদের প্রেনি নির্দেশের কাজে হার্ভার্ডের জ্যোতি-বিজ্ঞানীরা যে নিষ্ঠা, অব্যবসায় ও কর্মক্ষমতার পরিচয় দিয়েছেন, বিজ্ঞানের ইতিহাসে তার নজীর অতি বিরল। এর পর 50 বছর কেটে গেছে। এই 50 বছর ছিল জ্যোতি-বিজ্ঞানের দ্রুত উন্নতির যুগ। কিন্তু হার্ভার্ডের এই জ্যোতি-বিজ্ঞানীদের কর্মপ্রচেষ্টার কোন ছন্দনা কেটে গাওতে পারে নি। আজও পর্যন্ত প্রত্যেক জ্যোতি-বিজ্ঞানীকে এই হেনরী ড্রেপার তালিকার উপরই নির্ভর করতে হয়।

সবচেয়ে আশ্চর্যের বিষয় এই যে, এই বিপুল সংখ্যক নক্ষত্রের অসংখ্য রকমের বর্ণালীকে হার্ভার্ডের এই বিজ্ঞানীরা যাত্র আর কয়েকটি প্রধান শ্রেণীতে ভাগ করতে সক্ষম হয়েছিলেন এবং এই প্রেনিবিভাগ যে নক্ষত্রের ভাগসমূহের উপর নির্ভরশীল—তার আভাসও তাঁরা পেয়েছিলেন। অবশ্য তাঁদের প্বেষ্যক জ্ঞান অম্মেছিল দীর্ঘকাল কাজের অভিজ্ঞতা থেকেই। এর পিছনে কোন ভৌত নিয়মের (Physical principle) বোঝানোর তখনও তাঁদের অজানা ছিল। তাঁদের পরীক্ষিত নক্ষত্রবিভাগকে তাঁরা O, B, A, F, G, K এবং M—এই কয়টি প্রধান ভাগে ভাগ করেছেন। K ও M জাতীয় নক্ষত্রের মধ্যে আবার আর কিছু সংখ্যক নক্ষত্রকে R, N এবং S—এই তিন শ্রেণীতে ভাগ করা হয়েছে। B থেকে M—এই শ্রেণীগুলির প্রত্যেকটিকে আবার সংখ্যার সাহায্যে দশটি উপশ্রেণীতে ভাগ করা হয়েছে : যেমন BO, B1.....B9 ইত্যাদি। O শ্রেণী-ভুক্ত নক্ষত্রের সংখ্যা খুবই কম বলে এগুলিকে অসংখ্যক উপশ্রেণীতে (O5-O9) ভাগ করা গেছে। দীর্ঘ অভিজ্ঞতার ফলে হার্ভার্ডের বিজ্ঞানীরা এও বুঝতে পেয়েছিলেন যে, তাঁদের নিকটি এই শ্রেণীগুলির নক্ষত্রসমূহে বহুক্ষেত্রে ক্রমস্থানানুসারে ভাগসমূহ বিভ্রান্ত। অর্থাৎ, O শ্রেণীর নক্ষত্রের ভাগসমূহা পর্যাবৃত্ত (এবং



আয়নন জ্বালি, এই তাপমাত্রা  $40,000^{\circ}\text{K}$  বা তারও বেশি), তারপরেই অধিক তাপমাত্রা B জ্বালি নকশে, ইত্যাদি। সর্বনিম্ন তাপমাত্রা M জ্বালি নকশে ( $2500^{\circ}\text{K}-3500^{\circ}\text{K}$ ); এদের হা লাল। R, N এবং S জ্বালি নকশেও কিছু তাপমাত্রার লাল রঙের নকশা। অপরপক্ষে O এবং B জ্বালি নকশেও হা বর্ণাঙ্কনে নীলাভ এবং নীলাভ-সাদা। রঙের বিচারে সূর্য প্রায় হলুদে, এর বর্ণালীর জ্বালি G2; অর্থাৎ, হা এবং তাপমাত্রার বিচারে আমাদের মহান সূর্য একটি অতি সাধারণ নকশা। এর বেহের তাপমাত্রা প্রায়  $6,000^{\circ}\text{K}$ ।

নকশের বর্ণালী যে তার বেহের তাপমাত্রার সঙ্গে অসঙ্গতিভাবে সূত্র, হার্ভার্ডের জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা এই তথ্য বুঝতে পেরেছিলেন তাঁদের বীর্ষ দিনের কাজের অভিজ্ঞতা থেকে, লক্ষ লক্ষ নকশের বর্ণালী পরীক্ষা ও বিশ্লেষণের দ্বারা। কিন্তু এরও অনেক বছর আগে এই একই তথ্য অজ্ঞান করেছিলেন স্যার নরমান লক্কাইয়ার (Sir Norman Lockyer), তাঁর লেবরেটরীর একটি বিশেষ পরীক্ষার দ্বারা। বৈদ্যুতিক আর্ক (Arc) এবং স্পার্ক (Spark) দ্বারা উত্তেজিত বিভিন্ন ধৌল উপাদানের বর্ণালী সৃষ্টি করে তিনি দেখলেন যে, স্পার্ক দ্বারা সৃষ্ট বর্ণালীতে অধিকতর উত্তেজিত উপাদানের চিহ্ন স্পষ্ট। এই তথ্য সকলেরই জানা যে, আর্ক অপেক্ষা স্পার্ক অধিকতর তাপমাত্রা সৃষ্টি করে। অতএব স্যার লক্কাইয়ারের সিদ্ধান্ত, নকশের বর্ণালীর প্রকৃতি অবশ্যই তাপের বেহের তাপমাত্রার সঙ্গে সম্বন্ধযুক্ত। তাঁর এই সিদ্ধান্ত যদিও নিখুঁত ছিল, কিন্তু এই সিদ্ধান্তকে তিনি কোন ভৌত নিয়ম বা কোন সূত্রের সাহায্যে প্রতিষ্ঠিত করে বেতে পারেননি। তাঁর পক্ষে কত সন্দেহও ছিল না। কারণ তখনও পর্বত (উপনিবেশ পত্রিকার লেখকগণ) তড়িৎ-চৌম্বক শক্তি বিকিরণের কোয়ান্টাম তত্ত্ব (Quantum theory of

electromagnetic radiation) এবং পরমাণুর গঠনতত্ত্ব (Theory of atomic structure) সম্বন্ধে বিজ্ঞানীদের কোন ধারণাই পড়ে উঠে নি।

লক্কাইয়ারের কাজের প্রায় ৩০ বছর পরে ১৯২০ সালে ডটর বেবনার সাহা তাঁর আয়নন-তত্ত্ব (Ionization theory) আবিষ্কার করেন। ডটর সাহাও আবিষ্কারের আগেই অবশ্য আধুনিক পদার্থ-বিজ্ঞানের অতি গুরুত্বপূর্ণ কয়েকটি ধাপ বিজ্ঞানীরা পেরিয়ে এসেছিলেন। প্রথমতঃ, জার্মান পদার্থ-বিজ্ঞানী মাক্স প্লাঙ্ক (Max Planck) তাঁর কোয়ান্টাম তত্ত্ব উপস্থাপিত করেন ১৯০১ সালে। এই তত্ত্বানুযায়ী, তড়িৎ-চৌম্বক শক্তি সর্বদাই এক অবিভাজ্য গুচ্ছ (Indivisible bundle) হিসাবে বিশোষিত (Absorbed) বা বিকিরণ (Emitted) হয়। এই অবিভাজ্য গুচ্ছকে প্লাঙ্ক নাম দিয়েছেন কোয়ান্টাম (Quantum)। এর দশ বছর পরে ১৯১১ সালে লর্ড রাদারফোর্ড (Lord Rutherford) তাঁর পারমাণবিক গঠনের নিউক্লিয়াস তত্ত্ব (Nuclear theory of atoms) উপস্থাপিত করেন। এই তত্ত্বানুযায়ী পরমাণুর কেন্দ্রে এক অতি ক্ষুদ্রাংশের চিহ্ন তার সম্পূর্ণ বসাম্বক বৈদ্যুতিক শক্তি নিহিত থাকে। কেন্দ্রীয় এই ক্ষুদ্রাংশ হচ্ছে পরমাণুর নিউক্লিয়াস। এই নিউক্লিয়াসের বাইরে ঘণ্টে দুই বার ঘেঁষে পরমাণুর অভ্যন্তরীণ ইলেকট্রনগুলি ঘোরাক্ষর্য করে। রাদারফোর্ডের আবিষ্কারের দশ দুই বছরের মধ্যে ১৯১৩ সালে নীল বোর (Niels Bohr) তাঁর হাইড্রোজেন পরমাণুগতীয় তত্ত্ব (Theory of the hydrogen atom) উপস্থাপিত করে বিশ্বের বিজ্ঞানীমহলকে চমকিত করলেন। নীল বোরের এই সূক্ষ্ম তত্ত্ব হচ্ছে প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্ব এবং রাদারফোর্ডের নিউক্লিয়াস তত্ত্বের সার্বিক বিশ্লেষণ ও প্রয়োগের ফল। বোরের হাইড্রোজেন পরমাণুগতীয় তত্ত্ব



আবিষ্কারের পরেই ডট্টর ফ্রাউনহোফার সাহা এই তত্ত্বের মূল প্রকৃতি অধ্যয়নের উদ্দেশ্যে গভীর মনোনিবেশ সহকারে গড়তনা করেন এবং অল্প কয়েক বছরের মধ্যেই এর সার্বজনীন প্রয়োগ আবিষ্কার করেন তাঁর আয়নন-তত্ত্বের মাধ্যমে। তাঁর এই নতুন তত্ত্বকে তিনি পঞ্চ গাণিতিক শক্তির উপরে প্রতিষ্ঠিত করেন। লগ্ননের ফিলসফিক্যাল ট্রান্সাকশনে 1920 সালে ডট্টর সাহা এই নতুন তত্ত্বের উপর লেখা প্রথম দুটি গবেষণা-পত্র প্রকাশিত হয়। বিশ্বের পণ্ডিতমণ্ডলী সম্মুখে লক্ষ্য করলেন ভারতের এই নবীন প্রতিভাকে।

উপরিউক্ত গবেষণাপত্রগুলিতে ডট্টর সাহা সূর্যের বর্ণালীর প্রকৃতি নিয়ে বিশদ আলোচনা করেন। সূর্যের বর্ণালী পরীক্ষা করে তিনি প্রথমে বিবাহীনভাবে ঘোষণা করলেন যে, পৃথিবীতে যে সকল মৌলিক উপাদান আবিষ্কৃত হয়েছে, সৌরসংকেতে সেই সবগুলিই বিস্তারিত। তিনিই সর্বপ্রথম নির্দিষ্টরূপে ব্যক্ত করলেন যে, সূর্য এবং অস্ত্রান্ত নক্ষত্রের বর্ণালীতে বিভিন্ন উপাদানের বিভিন্ন রূপে প্রকাশের মূল কারণ হচ্ছে, সূর্য এবং জীবন নক্ষত্রের আবহমণ্ডলে (Atmosphere) বিভিন্ন মাত্রার তাপ ও চাপের অস্তিত্ব। কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপ ও চাপে বিভিন্ন পরমাণু তাদের গঠনানুযায়ী বিভিন্ন পরিমাণে প্রকাশিত হয়। কোন নির্দিষ্ট নক্ষত্রের আবহমণ্ডলে নির্দিষ্ট পরিমাণ উত্তেজনার কারণে বিস্তারিত। সেই নির্দিষ্ট উত্তেজনার যে সব অণু বা পরমাণু তাদের গঠনানুযায়ী সবচেয়ে বেশী উত্তেজিত হবে, উক্ত নক্ষত্রের বর্ণালীতে সেই সব অণু বা পরমাণুর প্রত্যেক সবচেয়ে বেশী দেখা যাবে। ডট্টর সাহা'র মতে, সূর্যের আবহমণ্ডলে  $7500^{\circ}\text{K}$  তাপমাত্রাজনিত উত্তেজনা বিস্তারিত (আজকাল অবশ্য এই তাপমাত্রা প্রায়  $6000^{\circ}\text{K}$  বলা হয়); অতএব সূর্য ক্রোমোস্ফিয়ার

(Fraunhofer) বর্ণালী ঐ উত্তেজনারই সূর্য প্রকাশ। সূর্যের ক্রোমোস্ফিয়ারের (Chromosphere) বর্ণালী বাধ্যপ্রসঙ্গে ডট্টর সাহা একবারও সূর্য প্রথম ঘোষণা করেন যে, নক্ষত্রের আবহমণ্ডলে বিস্তারিত বায়বীয় চাপের উপর পরমাণু-সমূহের উত্তেজনা (Excitation) ও আয়নন (Ionization) বহুল পরিমাণে নির্ভরশীল। নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপমাত্রার কম চাপে বেশী আয়নন এবং বেশী চাপে কম আয়নন হবে। পরমাণুর উত্তেজনা ও আয়ননের উপর চাপের এই বিশেষ প্রভাব আগে বিজ্ঞানীদের জানা ছিল না। এই প্রত্যয় কিতাবে এবং কি পরিমাণে কাজ করে, ডট্টর সাহা তা গাণিতিক সূত্রের সাহায্যে দেখিয়ে দিলেন। তাঁর আয়নন-সূত্রে তাপমাত্রার মত ইলেকট্রনজনিত চাপও একটি চলরাশি (Parameter) হিসাবে বিস্তারিত।

ডট্টর সাহা'র পরবর্তী গবেষণা-পত্র প্রকাশিত হয় 1921 সালের রয়াল সোসাইটির আর্নালে (Proceedings of the Royal Society)। বর্ণালী অধ্যায়ী নক্ষত্রের প্রেমিবিজ্ঞানকে তাঁর আয়নন-তত্ত্বানুযায়ী কি ভাবে ব্যাখ্যা করা যায়, এই নিয়ে তিনি সে সম্পর্কে বিশদ আলোচনা করেন। তিনি বলেন যে, কোন নক্ষত্রের বর্ণালীতে হাইড্রোজেন, হিলিয়াম, কার্বন বা অল্প কোন পরমাণুসমূহ তাঁর রেখা দেখে আনুমানিক সিদ্ধান্ত করতে পারি না যে, ঐ নক্ষত্রে ঐ বিশেষ উপাদানের স্পষ্ট আবিষ্কার হয়েছে। বরং উপযুক্ত সিদ্ধান্ত এই হবে যে, ঐ নক্ষত্রের আবহমণ্ডলে যে উত্তেজনার উৎপন্ন হয়েছে, তা ঐ বিশেষ উপাদানের পরমাণুগুলিকে উত্তেজিত করবার পক্ষে বিশেষরূপে সহায়ক, বার কলে নক্ষত্রের বর্ণালীতে ঐ উপাদান-জনিত রেখার প্রত্যেক খুব বেশীকমে দেখা দেয়। অতএব আনুমানিক দেখতে পাই যে, নক্ষত্রের বর্ণালী অধ্যায়ী প্রেমিবিজ্ঞানের শিখরে যে জ্যোতিঃবিদ্য প্রচলিত ছিল, বা আবিষ্কার করবার ক্ষেত্রে বিজ্ঞানীরা



দীর্ঘ 50 বছর ধরে নিয়মিত প্রচেষ্টা চালিয়েছেন, এবং হার্ভার্ডের বিজ্ঞানীরা তাঁদের দীর্ঘকালের অভিজ্ঞতার দ্বারা বার আভাসমাত্র পেয়েছিলেন, তাঁর সাহায্যে সেই ভৌত নিয়মটি আবিষ্কার করেন এবং গাণিতিক ভিত্তির উপরে তা সূত্রাকারে প্রতিষ্ঠিত করেন।

কয়েকটি উদাহরণের সাহায্যে আমরা আয়নন-তত্ত্বের ব্যুৎপত্তি, ব্যবহার ও প্রয়োজনীয় ভূমিকাকে আরও ভালভাবে প্রকাশ করতে পারি। বর্ণালী পরীক্ষার দেখা যায় যে, কম উত্তপ্ত লাল এবং গাঢ় হলুদ বর্ণের নক্ষত্রের বর্ণালীতে হাইড্রো-কার্বন (CH), সায়ানোজেন (CN), টাইটে-নিয়াম-অক্সাইড (TiO), জিরকোনিয়াম-অক্সাইড (ZrO), কার্বন (C<sub>2</sub>) ইত্যাদি অণুজনিত রেখা- (Molecular bands) বিস্তারন, কিন্তু অধিকতর উত্তপ্ত নক্ষত্রের বর্ণালীতে আর কোনরকম অণু-জনিত রেখাসমষ্টির অস্তিত্ব পূর্বে পাওয়া যায় না। নতুন সূত্রানুযায়ী এই ঘটনার বিজ্ঞানসম্মত ব্যাখ্যা এই যে, কম উত্তপ্ত নক্ষত্রে উত্তেজনার উৎস দুর্বল হওয়ায় অণুগুলি তাদের নিজস্ব গঠন নিয়ে অস্তিত্ব রক্ষা করতে পারে, অতএব বর্ণালীতে তাদের স্বাভাবিক রেখাসমষ্টি প্রতিষ্ঠিত হয়। অধিকতর উত্তপ্ত নক্ষত্রে উত্তেজনার উৎস প্রবলতর হওয়ায় অণুগুলি তাদের অস্তিত্ব রক্ষা করতে পারে না, তেঁতের পরমাণুতে পৰ্য্যবসিত হয়। কাজেই ঐ সকল নক্ষত্রের বর্ণালীতে অণুজনিত রেখাসমষ্টির অস্তিত্ব থাকতে পারে না।

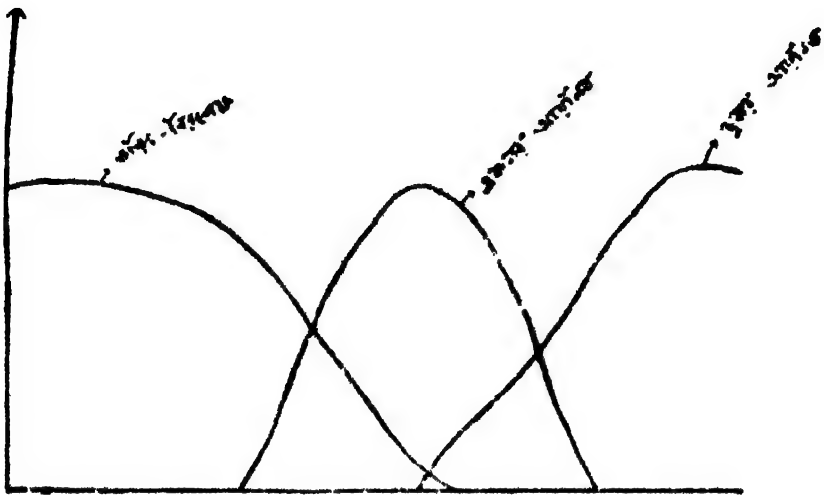
আবার, বাতব পরমাণুগুলির (Metal atoms) কণাই বহা থাকে। এদের আয়নন-বিভব (Ionization potential) সাধারণতঃ খুব কম। অপেক্ষাকৃত অল্প তাপেই এরা উত্তেজিত হয়ে ওঠে। এ কারণে কম উত্তপ্ত লালনক্ষত্রের বর্ণালীতে বাতব পরমাণুর উত্তেজনাজনিত অসংখ্য পক্ষিপালী রেখা হ্রদিত থাকে। এখন যদি আমরা ক্রমেই অধিকতর তাপমাত্রার নক্ষত্রের দিকে এগোই, তবে

দেখব এসব নক্ষত্রের বর্ণালীতে বাতব পরমাণুর রেখাসমূহ ক্রমেই দুর্বল এবং বাতব আয়নের রেখা-সমূহ ক্রমেই পক্ষিপালী হতে থাকবে। কারণ, অধিকতর তাপমাত্রার বাতব পরমাণুরা বেশীর ভাগই আয়নিত হয়ে যায়, অতএব তড়িৎ-নিরপেক্ষ পরমাণুজনিত রেখা দুর্বল হয়ে যায় এবং আয়নজনিত রেখাগুলি পক্ষিপালী হয়ে ওঠে। ক্যালসিয়াম পরমাণুর সাহায্যে এই বিষয়ের চমৎকার উদাহরণ দেওয়া যেতে পারে। বর্ণালী পরীক্ষার দেখা যায় যে, সবচেয়ে কম উত্তপ্ত M শ্রেণীকৃত লাল রঙের নক্ষত্রের বর্ণালীতে তড়িৎ-নিরপেক্ষ ক্যালসিয়াম পরমাণুজনিত 4227 Å তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের রেখাটি অতি পক্ষিপালী। কিকিদ্দিক উত্তপ্ত K শ্রেণীর নক্ষত্রের বর্ণালীতে এই রেখাটি দুর্বলতর দেখায়। অপরপক্ষে, ক্যালসিয়াম আয়নিত হতে থাকার আয়নিত ক্যালসিয়ামের 3968 Å এবং 3933 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের (এদের H এবং K রেখা বলে) দ্বুথরেখা (Doublet) দেখা যেতে থাকে। আরও অধিক উত্তপ্ত G শ্রেণীর নক্ষত্রের বর্ণালীতে এই দ্বুথরেখা প্রবল পক্ষিপালী হয়ে ওঠে। কারণ এখানে ক্যালসিয়াম প্রায় সবই আয়নিত হয়ে গেছে। অধিকতর উত্তপ্ত F এবং A শ্রেণীকৃত নক্ষত্রের বর্ণালীতে H এবং K রেখার আবার দুর্বল হতে থাকে। কারণ ঐ নক্ষত্রের তাপমাত্রার ক্যালসিয়াম পরমাণুরা দু-বার আয়নিত হয়ে যায়। অতএব, একবার আয়নিত ক্যালসিয়ামের H এবং K রেখার তাদের পূর্বের পক্ষি বজার রূপেতে পারে না। [ দু-বার আয়নিত ক্যালসিয়ামের রেখা বর্ণালীর দৃষ্টদীর্ঘার (Optical range) মধ্যে পড়ে না বলে, সেগুলিও দেখা যায় না ] অতঃবে কোন বাতব পরমাণুর বেলায় এই একই নিয়ম বাটে। 1মং চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা হয়েছে।

হাইড্রোজেন পরমাণুর বাবার দিগ্বিজয়



রেখাগুলির (Balmer series of hydrogen) ওঠে এবং দেখান থেকে উচ্চতর স্তরে উত্তেজিত lines) তারতম্য আরও চমৎকার সূচক দেয়। হয়ে বাবার রেখা উৎপন্ন করে। একত্রে G, F উক্ত পরমাণু উত্তেজনার দ্বিতীয় স্তর থেকে এবং A স্পেকট্রাম নক্ষত্রের বর্ণালীতে বাবার



১নং চিত্র : নক্ষত্রের তাপমাত্রার উপর বিভিন্ন স্তরের আয়নগ্রহণ রেখার শক্তির নির্ভরশীলতা দেখানো হয়েছে।

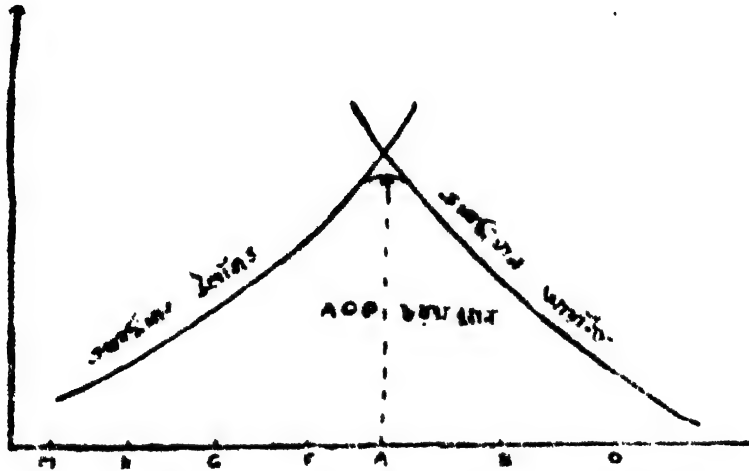
আরও উচ্চতর কোন স্তরে উত্তেজিত হয়ে উঠলে এই বাবার রেখার সৃষ্টি হয়। কিন্তু হাইড্রোজেন পরমাণু দ্বিতীয় স্তরে উত্তেজিত হয়ে ওঠবার অন্তেই উত্তেজনার উৎস বন্ধে পড়িপালী হওয়া বরকার; অর্থাৎ বন্ধে বেলী তাপমাত্রার বরকার। কম উত্তপ্ত লাল ও হলুদ রঙের নক্ষত্রে (M ও K স্পেকট্রাম) একপ শক্তিশালী উৎসের অস্তিত্ব না থাকায় এই সকল নক্ষত্রের বর্ণালীতে হাইড্রোজেন পরমাণুর বাবার রেখা অত্যন্ত দুর্বল। সামান্য যেটুকু দেখা যায়, তাও অল্প সব উপাদানের জ্বলনার হাইড্রোজেনের পরিমাণ অত্যন্ত বেশী থাকায় (ভজন হিসাবে প্রায় 75%)। অবিকতর উত্তপ্ত নক্ষত্রে উত্তেজনার উৎস প্রবলতর হওয়ায় অধিক সংখ্যক হাই-ড্রোজেন পরমাণু দ্বিতীয় স্তরে উত্তেজিত হয়ে

রেখামুহূহ কমবর্ধমান শক্তিতে দেখা দেয়। A নক্ষত্রের আবহবৃত্তনের পরিবেশ শক্তিশালী বাবার রেখা উৎপাদনের পক্ষে সবচেয়ে অনুকূল। অতএব স্বাভাবিক নিয়মেই A নক্ষত্রের বর্ণালীতে বাবার রেখামুহূহ প্রবল শক্তিতে দেখা দেয়। আরও অধিক উত্তাপে হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি আয়নিত হতে থাকে। অতএব তখন বাবার রেখাগুলির শক্তি হ্রাস পাওয়া উচিত। বাস্তবে আয়নায় টিক তাই যেভাবে পাই। অবিকতর উত্তপ্ত B এবং O স্পেকট্রাম নক্ষত্রের বর্ণালীতে বাবার রেখামুহূহ কমহ্রাসমান শক্তিতে আবির্ভূত হয়। নক্ষত্রের স্পেকট্রাম উপর বাবার রেখার শক্তির নির্ভরতা 2নং চিত্রের সাহায্যে সম্প্রতিভাবে অঙ্কন করা যেতে পারে।

সর্বশেষ উদাহরণরূপে আয়নায় হিলিয়াম



পরমাণুজনিত রেখার কবাই আলোচনা করব। আর একটি কাজ হলো বর্ণালীর রেখাগুলিকে হিলিয়াম পরমাণুর ষ্টান-প্রকৃতি এমন যে, তাকে প্রণত করা। নক্ষত্রের আবহবৃত্তে গ্যাসের উচ্চতর স্তরে উত্তেজিত বা আয়নিত করার সময় খুব কম হলে বর্ণালীর রেখাগুলি হবে অত্যন্ত প্রচণ্ড নড়িশালী উৎসের প্রয়োজন। সরু এবং তীক্ষ্ণ (Narrow and sharp)। এক্ষণে B এবং O স্ফেটিক নক্ষত্রেই এমন অপরপক্ষে, গ্যাসের সময় বেশী হলে বর্ণালীর



২নং চিত্র : নক্ষত্রের বর্ণালীর স্ফেটিক উপর হাইড্রোজেন পরমাণুপ্রসূত  
যাটার রেখাগুলোর নড়ির নির্ভরশীলতা দেখানো হয়েছে।

নড়িশালী উৎস বিভবান। বাস্তবেও আমরা দেখি যে, উত্তেজিত-নিরপেক্ষ হিলিয়াম পরমাণু-প্রসূত রেখা কেবলমাত্র B এবং O স্ফেটিক নক্ষত্রের বর্ণালীতেই বিভবান। হিলিয়ামের আয়ননের ক্ষেত্রে আবার আরও নড়ির প্রয়োজন। অতএব আয়নিত হিলিয়ামের রেখা কেবলমাত্র নড়িশালী উৎস O নক্ষত্রের বর্ণালীতেই বিভবান।

উপরিউক্ত আলোচনায় নক্ষত্রের বর্ণালীর উপর তাপমাত্রার প্রভাবের একটা সূত্র তৈরি করা হয়েছে যেনা পেল। কিন্তু আসেই যেনা হয়েছে যে, ইলেকট্রনজনিত তাপও আয়নন-স্তরের একটা চলমানি; অর্থাৎ এই তাপের প্রভাবও বর্ণালীর উপর বর্তাবে। কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রার তাপ বেশী হলে আয়নন কম হবে, আবার তাপ কম হলে আয়নন বেশী হবে। তবু তাই নয়, তাপের

রেখাগুলি হবে খুব প্রণত (Broad)। অতএব কোন নক্ষত্রের বর্ণালীর রেখা বিশ্লেষণ করে তার আবহবৃত্তে গ্যাসের সময় নির্ণয় করা সম্ভব। জ্যোতির্বিজ্ঞানে এই বিষয়টির তদন্ত অতি অধিক। কারণ, নক্ষত্রের ক্রমবিবর্তনের উদ্ভাটনায় বিবর্তনের বিভিন্ন স্তরে নক্ষত্রের সময় বদলাতে থাকে। অতএব বর্ণালীর রেখার সাহায্যে সময় নির্ণয় করা গেলে নক্ষত্রটি বিবর্তনের কোন্ স্তরে আছে—তাও নির্ণয় করা সম্ভব। দুই চরম উদাহরণের সাহায্যে বিষয়টি আলোচনা করা যেতে পারে।

প্রথমতঃ, লাল দানব (Red giants) এবং লাল মহাবানবদের (Red supergiants) কবাই বহু বাক। বিবর্তনের বিশেষ বিশেষ স্তরে কোন নক্ষত্র লাল দানব বা লাল মহাবানবে



তপাঙ্কুরিত হয়। তখন নক্ষত্রটির তাপমাত্রা কমে, কিন্তু আয়তন এবং চরম ঔজ্জ্বল্য দুই শত শত গুণ বেড়ে যায়। সেই বিশেষ তরে পৌঁছলে কোন নক্ষত্র লাল দানব হবে কি লাল মহাদানব হবে, তা নির্ভর করবে নক্ষত্রটির তরের উপর। অধিক তরবিশিষ্ট নক্ষত্রগুলি হয় মহাদানব। সূর্যের মত তরবিশিষ্ট কোন নক্ষত্র বিবর্তনের এই তরে লাল দানবে রূপান্তরিত হবে। কিন্তু সূর্য অপেক্ষা 5 গুণ বা তারও বেশী তরবিশিষ্ট নক্ষত্র রূপান্তরিত হবে লাল মহাদানবে। এদের চরম ঔজ্জ্বল্য (Intrinsic luminosity) দানবদের জ্বলনার প্রায় 100 গুণ বেশী হয়ে থাকে। সূর্যের জ্বলনার মহাদানবদের চরম ঔজ্জ্বল্য সাধারণতাবে প্রায় 10,000 থেকে 10,0000 গুণ বেশী। এই দানব বা মহাদানব অবস্থায় নক্ষত্রের ঔজ্জ্বল্যই শুধু বাড়বে না, নক্ষত্রটির আয়তনও বিপুলভাবে বেড়ে যায়। নক্ষত্রটির বাস তার স্বাভাবিক অবস্থার বাস অপেক্ষা 100 গুণ আরও বেশী বেড়ে যায়। কলতঃ, বস্তুর গড়-ঘনত্ব কমে হয় প্রায়  $10^6$  ভাগের এক ভাগ। আবহমণ্ডল অত্যন্ত পাতলা হয়ে যায়। এই পাতলা আবহমণ্ডলে যে বিপোদগজ্বলিত রেখা উৎপন্ন হয়, তা হয় সজ এবং তীক্ষ্ণ। কাজেই কোন নক্ষত্রের বর্ণালীতে তরকম রেখা দেখলে বুঝতে হবে যে, নক্ষত্রটি একটি দানব বা মহাদানব; এবং রেখার প্রকৃতি বিশ্লেষণ করে নক্ষত্রটির চরম ঔজ্জ্বল্যও নির্ণয় করা যায়। প্রসঙ্গতঃ উল্লেখযোগ্য যে, আমাদের সূর্য আরও প্রায় 3 থেকে 4 বিলিয়ন ( $1$  বিলিয়ন  $= 10^9$ ) বছর পরে একটি লালদানবে রূপান্তরিত হবে। তখন সূর্যের সীমানা থেকে পৃথিবীর দূর বর্তমান দূরত্বের প্রায় অর্ধেক হয়ে যাবে। অপরপক্ষে, সৌরবেগের তাপমাত্রাও কমে গিয়ে হবে প্রায়  $4,000^\circ K$  (বর্তমান তাপমাত্রা  $6,000^\circ K$ )। কাজেই এই টানাশোকেদের ফলে পৃথিবী জীবনের উপর তৎকালীন সূর্যের প্রভাব খুব দারাদার নাও হতে পারে। এ

বিষয়ে আরও অল্পকাল চালাবার সুযোগ রয়েছে।

আমাদের দ্বিতীয় টানাছরণ হচ্ছে বেতবানব (White dwarf) শ্রেণীর নক্ষত্র। বিবর্তনের সর্বশেষ পর্যায়ে নক্ষত্র যখন সবরকম শক্তি উৎপাদনের ক্ষমতা হারিয়ে ফেলে, তখন তার আর কোন জীবনীশক্তি থাকে না। এই বৃত্তাপবস্থা জীবনীশক্তি হারিয়ে ফেলেছে বেতবানব। সার্বিক ন্যায়! কারণ, তাপমাত্রা যথেষ্ট বেশী বলে এদের রং সাদা (বর্ণালীর শ্রেণী A ও F) এবং বিবর্তনের শেষ পর্যায়েতে ক্রমশঃ সঙ্কুচিত হতে থাকার আরম্ভে এরা হয় অতি ক্ষুদ্র। এদের তর প্রায় সূর্যের তরের সমান। কিন্তু আয়তনে এরা মাত্র পৃথিবীর সমান। কলতঃ, এদের বেহে বস্তুর গড়-ঘনত্ব প্রতি ঘন সেণ্টিমিটারে প্রায় এক ঘেট্টিক টন। এই অতি ঘনত্বের কলকল্প এদের বর্ণালীর রেখাগুলিও আশ্চর্য রকমের প্রশস্ত। অতি শক্তিশালী চওড়া চওড়া হাইড্রোজেন পরমাণুর বোমার রেখাসমূহিত বর্ণালী দেখে এই বেতবানবদের চেনা যায়। লাল দানব ও মহাদানবদের চরম ঔজ্জ্বল্য যেমন সূর্যের জ্বলনার কয়েক-শ' থেকে কয়েক হাজার গুণ বেশী, বেতবানবদের চরম ঔজ্জ্বল্য তেমনই সূর্য অপেক্ষা কয়েক-শ' থেকে কয়েক হাজার গুণ কম। পূর্বেও নক্ষত্রদের বর্ণালীর রেখাগুলি সজ এবং তীক্ষ্ণ; অপরপক্ষে, শোভিতদের বর্ণালীর রেখাগুলি অত্যন্ত চওড়া এবং শক্তিশালী।

উপরিসৃত আলোচনা থেকে জ্যোতির্বিজ্ঞানে ডটের সাহায্য আয়নন-তড়ুৎ বিরাট অবস্থানের খানিকটা আভাস আমরা পেতে পারি। বর্ণালীর শ্রেণিবিভাগ এবং ভৌত নিয়মাবলী বর্ণালীর ব্যাখ্যা আধুনিক জ্যোতির্বিজ্ঞানের এক অতি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। এই বিষয়টি বিভিন্ন দিকে তাপ-পালা বেলে হুড়িয়ে পড়েছে আয়নন-তড়ুৎ সার্বিক প্রয়োনের কলকল্প। কোন নক্ষত্রের একটিবার



ভাল বর্ণালী পেলেই এখন জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা  
বসন্তে পারেন, নক্ষত্রটি বিষতনের কোন্‌ তরে  
হয়েছে, নক্ষত্রের কেন্দ্রে কোন্‌ জাতীয় নিউ-  
ক্লিয়াসের উপস্থিতি বর্তে, তার আকর্ষণ এবং বস্তুর  
ঘনত্ব কত, বেগের তাপমাত্রা এবং চরম ঊষ্ম্য  
বা কত, ইত্যাদি। এই শ্রেণীকৃত বিষয়টি আবার  
নক্ষত্রের দূরত্ব নির্ণয়ের সহায়ক বলে জ্যোতি-  
র্বিজ্ঞানীদের কাছে অতি গুরুত্বপূর্ণ। কোন  
নক্ষত্রের বর্ণালী পরীক্ষা করে তার চরম ঊষ্ম্য  
নির্ণয় করা যায়—আবহা আগেরই যেথেরি। আবার  
টেলিস্কোপের সাহায্যে নক্ষত্রের কটোগ্রাফ নিয়ে  
তার আপাতঃ ঊষ্ম্য (Apparent luminosity)  
অতি সহজেই ঠিক করা যায়। এই দুটি রাশি—  
চরম এবং আপাতঃ ঊষ্ম্য নক্ষত্রের দূরত্বের সঙ্গে  
অতি সহজ সম্বন্ধে আবদ্ধ। অতএব কোন  
নক্ষত্রের একটিবার ভাল বর্ণালী পেলেই পৃথিবী  
থেকে ঐ নক্ষত্রটির দূরত্ব নির্ণয় করা সম্ভব—  
জ্যোতির্বিজ্ঞানের এই বিষয়কর আবিষ্কার ডক্টর

সাহার আনন্দ-ভট্টের সার্বিক প্রয়োগেরই প্রত্যক্ষ  
ফল। আনন্দ-ভট্টের আবিষ্কারের অব্যবহিত  
পরেই তৎকালীন জ্যোতির্বিজ্ঞানীদের পুরোধা ডক্টর  
রাসেল (H. N. Russell) বলেছিলেন—“আনন্দ-  
ভট্টের মূল তাৎপর্য নিম্নরূপে পোষ্টা জ্যোতি-  
র্বিজ্ঞানকেই প্রভাবিত করবে। নক্ষত্রের বর্ণালীর  
শ্রেণিবিভাগের পিছনে মূল ভৌত নিয়মটি আবিষ্কার  
করে ডক্টর সাহা এখন এক গুরুত্বপূর্ণ বিষয়ের  
আবির্ভাব ঘটিয়েছেন—যার সম্ভাবনা অসীম। এই  
ভট্টের সার্বিক প্রয়োগের অস্ত্রে চাই দীর্ঘ দিন ধরে  
গবেষণাগারে পরীক্ষা-নিরীক্ষা, যার দ্বারা পরমাণু  
এবং নক্ষত্রের সম্বন্ধে আমাদের জ্ঞান উত্তরোত্তর  
বৃদ্ধি পাবে……” ইত্যাদি। ডক্টর রাসেলের সেই  
ভবিষ্যদ্বাণী অকরে অকরে মিলে গেছে। আনন্দ-  
ভট্ট জ্যোতির্বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখাকে বিশাল  
পন্থাক্ষেপে এগিয়ে নিয়ে আজ এখন এক আসনে  
প্রতিষ্ঠিত করেছে, যা বর্তমান বিজ্ঞান-জগতে  
অতীব গৌরবজনক।

## -পত্র

### বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান

বহানন্দ,

আজ ২৫ বৎসর বাবং বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান  
এসারে ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ পত্রিকার যে দান,  
তা নিঃসন্দেহে অসামান্য। আমাদের দেশে  
যেখানে বিজ্ঞানের এসার প্রয়োজনের তুলনায়  
দূর একটা বৈধি নয়, সেখানে আকস্মিক ভাষায়  
একটি একটি বিজ্ঞান পত্রিকার আশ্রয় টিকিয়ে  
রাখা খুবই শক্ত। একেত্রে পত্রিকাটির পরিচালক-  
মণ্ডলীর ভূমিকা নিঃসন্দেহে উল্লেখযোগ্য।

‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ পত্রিকা বাংলা ভাষায়  
একবার উল্লেখযোগ্য অগ্রগতি বিজ্ঞান পত্রিকা,

যা বিজ্ঞানে উৎসাহ পাঠকদের পিপাসা মেটাতে  
সাহায্য করেছে। মাতৃভাষায় বিজ্ঞান—এই জ্ঞান  
অনেক দিনের। আজকে বাংলাভাষায় বিজ্ঞানের  
এসার বাড়বার পরেও অনেকেই বিব্রাণ  
করেন না যে, বাংলা ভাষায় বিজ্ঞানের এসার  
সম্ভব। অসম্ভব এর পিছনে কারণও রয়েছে।  
যা বৌদ্ধ, আর্য্য আশা করি, অদূর ভবিষ্যতে  
এঁদের বস্তের পরিবর্তন ঘটবে।

কিন্তু বাংলার বিজ্ঞান শিকার কেন্দ্রে একটা  
অভাব যেটা আজকে অনেকেই অজ্ঞত্ব করছেন,  
যা আপনাদের সতর্ক দৃষ্টি এঁকায় নি, তা হলো



বাংলাতে উপযুক্ত পরিভাষার অভাব। এই বিষয়ে আজ পর্যন্ত উদ্ভোগ অত্যন্ত নগণ্য। নেই 1960 সালে কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয় প্রকাশ করেছিলেন বৈজ্ঞানিক পরিভাষা। তার পরে ব্যক্তিগত উদ্ভোগে দু-একটি পরিভাষার বই প্রকাশিত হয়েছে এবং কয়েকটি বিজ্ঞান পত্রিকা যেমন 'গবেষণা' এবং 'বিজ্ঞান-জিজ্ঞাসা' এই বিষয়ে কিছুটা উদ্ভোগী হয়েছে। আবি বহদুর জানি, এই বিষয়ে সরকারী উদ্ভোগ উল্লেখযোগ্য নয়। এতদিন পর্যন্ত বাংলাদেশের সঙ্গে আমাদের যোগাযোগের যে বাধা ছিল, তা আজ অপসারিত হয়েছে। ব্যক্তিগত উদ্ভোগে এই কাজ কোনও দিনই সম্ভব নয়। তাই আজ প্রয়োজন পশ্চিম বাংলা সরকার, বাংলাদেশ সরকার, দক্ষিণ বিজ্ঞান পরিষদ এবং আরও কয়েকটি বিজ্ঞান পত্রিকার যৌথ উদ্ভোগ। এই বিষয়ে আপনাদের প্রত্যাবর্তন ('জ্ঞান ও বিজ্ঞান', জুলাই, 1972) খুবই সুকৃত। কিন্তু এই বিষয়ে অযথা দেরী না করে দ্রুতই কাজ শুরু করা উচিত। এক্ষেত্রে আপনাদের তুদিকা বিরাট। তাই আপনারা যদি তত্ত্ব প্রণয়ন দিয়েই কাজ না থেকে এই বিষয়ে কাজ শুরু করেন, তা হলে তা সভ্যই অত্যন্ত উপকারী হবে। তাই আশা করি এই বিষয়ে আপনাদের উদ্ভোগকে ঘরানিত করবেন।

আপনাদের পত্রিকার প্রকাশিত প্রবন্ধগুলি বিশেষভাবে আকর্ষণীয় এবং মূল্যবান। কিন্তু একটা

বিষয়ে আপনাদের সতর্ক থাকা উচিত, যাতে প্রবন্ধগুলিকে জনপ্রিয় করে তুলতে গিয়ে তা বৈজ্ঞানিক তথ্যহীন না হয়ে পড়ে। তাছাড়া সমস্ত প্রবন্ধই যে মনো জনসাধারণের বিকট বোধনময় হতে হবে, তা তো ঠিক নয়। সেই ক্ষেত্রেই বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়ে ভাল উল্লেখের বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ থাকলে ভাল হয়। এই প্রসঙ্গে আরেকটা কথা, বিশ্বের অগ্রনী বিজ্ঞান পত্রিকার মূল্যবান প্রবন্ধ অন্তর্ভুক্তের ব্যবস্থা করে আপনারা যদি প্রকাশ করতে পারেন, তা হলে খুবই ভাল হয়। কারণ, বিদেশের পত্র-পত্রিকা আমাদের এখানে পাওয়া যায় না বললেই হয়। এর ফলে অনেক বিজ্ঞান-পিপাসু পাঠকই উপকৃত হবেন।

তাছাড়া, আপনারা যদি মাঝে মাঝে, মাসে অন্ততঃ একবার 'জনপ্রিয় বিজ্ঞান'-এর উপর আলোচনার ব্যবস্থা করেন, তা হলে অত্যন্ত ভাল হয়।

আরেকটা কথা, আপনারা যদি বাংলাদেশ বিজ্ঞান অ্যাকাডেমীর সঙ্গে ব্যবস্থা করে বাংলা-দেশের বিজ্ঞান পত্রিকা আনবার ব্যবস্থা করেন, তা হলে আমাদের পক্ষে বাংলাদেশের বিজ্ঞান-চর্চা সম্পর্কে অবহিত হওয়া সহজ হয়।

দত্তবাড়িতে

ত্রিভীষীপকুমার বকসী

19, রাহেশ্বর মালিয়া লেন, হাওড়া



# କିଶୋର ବିଜ୍ଞାନୀର ଦାମ୍ବର

ଜ୍ଞାନ ଓ ବିଜ୍ଞାନ

ଆର୍ଟ — 1973

ଷଡ଼ବିଂଶତିତମ ବର୍ଷ : ତୃତୀୟ ସଂଖ୍ୟା





ইংল্যান্ডের পশ্চিমে ভগছিলে স্থাপিত পৃথিবীর বৃহত্তম রেডিও-তরঙ্গ সংগ্রাহক যন্ত্র । এর সাহায্যে বিভিন্ন স্থানে অবস্থিত হিন্দি কৃত্রিম উপগ্রহ থেকে একটি সময়ে সংবাদ সংগৃহীত হয়ে থাকে ।



## পৃথিবীর বয়স

এই পৃথিবী শব্দটা আমাদের কাছে বিশেষভাবে পরিচিত, আমাদের একান্ত প্রিয়। মূহুর অতীত থেকে আজ পর্যন্ত আমরা এই পৃথিবী সম্বন্ধে অনেক কিছু শুনেছি, জেনেছি এবং উপলব্ধি করেছি। কিন্তু তবুও এখনও অনেক কিছুই জানার বাকী রয়ে গেছে—বিজ্ঞানীদের সন্ধান-পিপাসু, জ্ঞান-পিপাসু মন আজও নিরলস এগেটে। চালিয়ে যাচ্ছে—এই পৃথিবীকে আরও ভাল করে চেনবার জন্তে, জানবার জন্তে, বোকাবার জন্তে। পৃথিবীর বয়স এমনই এক অজানা বিষয়।

আমাদের পৃথিবীর বয়স কত?—এই প্রশ্নের এখনও পর্যন্ত কোনও সঠিক উত্তর না পেলেও মোটামুটি বয়স বিজ্ঞানীরা অনুমান করেছেন। বিভিন্ন দৃষ্টিকোণ থেকে বিচার করে বিভিন্ন বিজ্ঞানী বিভিন্ন পদ্ধতি পৃথিবীর ভিন্ন ভিন্ন বয়স নির্ধারণ করেছেন। বর্তমান প্রবন্ধে সে নিয়ে কিছু আলোকপাত করার চেষ্টা করব।

প্রখ্যাত বিজ্ঞানী ডারউইন এই সম্বন্ধে নানারূপ গবেষণা শুরু করেন এবং পৃথিবীর বয়স নির্ণায়ক বহু তথ্যের সন্ধান পান। বিভিন্ন তথ্য, যেমন—‘পৃথিবী থেকে চন্দ্রের বিচ্ছিন্ন হবার ধারণা’কে কাজে লাগিয়ে তিনি পৃথিবীর বয়স 5 কোটি 70 লক্ষ বছর নির্ণয় করেন। এ ছাড়া, পৃথিবীর শীতলীকরণের ইতিহাসকে কেন্দ্র করেও পৃথিবীর বয়স নির্ণয় করতে বিশিষ্ট বিজ্ঞানী কেলভিন সচেট হন এবং মোটামুটি তিনি একটা সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, আমাদের পৃথিবীর বয়স 2 থেকে 4 কোটি বছর হবে। 2 থেকে 4 কোটি বছরের মধ্যে তফাৎটা নেহাৎ কম নয়। এইভাবে পৃথিবীর বয়স সম্বন্ধে মোটামুটি একটা ধারণা নিয়ে থাকতে বিজ্ঞানীরা সন্তুষ্ট নন। তাই আরও বিভিন্ন তথ্যের অনুসন্ধান ও গবেষণা চলছে।

পৃথিবীপৃষ্ঠে পাললিক স্তর (Sedimentary strata) বর্তমানে কত পুরু হয়েছে, তার উপর নির্ভর করেও পৃথিবীর বয়স নির্ণয় করতে বিজ্ঞানীরা সচেট হয়েছেন। কিন্তু পৃথিবীপৃষ্ঠের বিভিন্ন অংশে নানান প্রাকৃতিক কারণে পাললিক স্তর বিভিন্ন রকম পুরু হওয়ার এবং ঐতিহাসিক যুগে পৃথিবীর উৎপত্তির সময় থেকে বর্তমান যুগ পর্যন্ত পৃথিবীপৃষ্ঠে পলি সন্ধ্যার পতি বিভিন্ন হওয়ার এই পলিসন্ধ্যার পুরুত্বের উপর নির্ভর করে বিজ্ঞানীরা পৃথিবীর বয়স নির্ণয় করতে গিয়ে পিছিয়ে এসেছেন। ঠিক একই কারণে, ‘জৈব পদার্থের বিবর্তনের ইতিহাসকে’ও পৃথিবীর বয়স নিয়ন্ত্রণের কাজে লাগানো এখনও পর্যন্ত সম্ভব হয় নি।

বহু পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর প্রখ্যাত বিজ্ঞানী ডলি এবং ব্রাঙ্ক সমুদ্রের জলে সোডিয়াম বাতুর সন্ধান পান। বতাবতঃই তাঁরা এই সম্বন্ধে আরও গবেষণা চালিয়ে যান এবং সমুদ্রের জলে সোডিয়াম সন্ধ্যার পতি উপর নির্ভর করে পৃথিবীর বয়স আন্দাজ করতে সক্ষম হন।



তারা সিদ্ধান্ত করেন যে, পৃথিবী আর 10 কোটি বছর আগে জন্মেছে। পৃথিবীর অবকাল থেকে আরম্ভ করে বর্তমান যুগ পর্যন্ত সমুদ্রের জলে সোডিয়াম স্কায়ের গতি এক না থাকায় পৃথিবীর নিভুল বয়স এই তথ্যের সাহায্যে সঠিকভাবে নির্ণয় করা সম্ভব নয়। কাজেই পৃথিবীর বয়স অন্ততঃপক্ষে 10 কোটি বছর—এই সম্বন্ধেও যথেষ্ট সন্দেহের অবকাশ রয়ে গেছে। এখানে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, বর্তমানে সমুদ্রের জলে সোডিয়াম স্কায়ের গতি প্রচুর পরিমাণে বেড়ে গেছে।

এর পরে বিজ্ঞানী হেল্মহোলৎজ্ অনেক দিনের গবেষণার পর পৃথিবীর বয়স নিরূপণের একটা নূতন সন্ধান পান—সূর্যের ‘তাপ গণনা’কে কাজে লাগিয়ে তিনি পৃথিবীর বয়স নির্ণয় করেন। তিনি মনে করেন অন্ততঃ 2 কোটি 20 লক্ষ বছর আগেই পৃথিবীর উৎপত্তি হয়েছে।

কালক্রমে পদার্থের তেজস্ক্রিয়তার (Radioactivity) আবিষ্কার ও প্রায়গ পৃথিবীর বয়স নিরূপণে এক নতুন অধ্যায়ের সূচনা করেছে। তেজস্ক্রিয় পদার্থ, যেমন, থোরিয়াম ও ইউরেনিয়াম-এর (যা শেষ পর্যন্ত সীসার পরিণত হয়) স্বতঃস্ফূর্ত বিশ্লেষণের গতির উপর নির্ভর করে পৃথিবীর বয়স সম্বন্ধীয় বিভিন্ন নির্ভরযোগ্য তথ্যের অবতারণা সম্ভব হয়েছে। পদার্থের এই তেজস্ক্রিয়তাকে কাজে লাগিয়ে বিজ্ঞানীরা পৃথিবীর বয়স যে 200 কোটি বছরের কম হতে পারে না—সে সম্বন্ধে স্থির সিদ্ধান্তে উপনীত হয়েছেন। আধুনিক যুগে পৃথিবীর বয়স নিরূপণের এই পথ খুবই সহজ, সরল এবং সংক্ষেপণ। কারণ এই তবে ন্যূনতম অনুমানের (Assumptions) সাহায্য নেওয়া হয়েছে এবং প্রমাণিত হয়েছে যে, থোরিয়াম ও ইউরেনিয়াম-এর স্বতঃস্ফূর্ত বিশ্লেষণ সমগতিতে সম্পন্ন হয়। তাই এই তবে পৃথিবীর বয়সের নিভুলতার হার আগের তবের চেয়ে অনেক বেশী।

পৃথিবীর বয়স অন্ততঃ 200 কোটি বছর—এর নিভুলতা যাচাই করা প্রয়োজন। এই নিভুলতা যাচাই করার জন্যে বিজ্ঞানীরা এমন কতকগুলি বনিজ পদার্থের সাহায্য নিয়েছেন, যা খুব কমই পরিবর্তনশীল এবং যাতে নির্ধারণযোগ্য ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম ও সীসা বর্তমান। কলে পৃথিবীর বয়স গণনার গাণিতিক ক্রটির পরিমাণ কম হবে।

পৃথিবীর আর সর্বস্থান থেকেই পরীক্ষার উপযুক্ত বিভিন্ন প্রস্তরবৎ বিভিন্ন সময়ে সংগ্রহ করে অতি যত্নসহকারে বিজ্ঞানীরা পরীক্ষা-নিরীক্ষা করে দৃঢ় সিদ্ধান্ত করেছেন যে, পৃথিবীর বয়স অন্ততঃপক্ষে 200 কোটি বছরের কম হবে না। বিজ্ঞানের ক্রমবিকাশের কলে আরও কিছু কিছু সু-রাসায়নিক তথ্যের সন্ধান পাওয়া সম্ভব হয়েছে।

বর্তমানে পদার্থের তেজস্ক্রিয়তা সম্বন্ধে বিজ্ঞানের বহুল উন্নতির কলে বিজ্ঞানীরা নিশ্চিত হয়েছেন যে, পৃথিবীর অবলম্ব্য আজ থেকে আর 450 কোটি বছর আগে। পৃথিবীর বয়স আরও নিভুলভাবে জানবার জন্যে বিজ্ঞানীরা আজও অক্লান্ত পরিশ্রম করে চলেছেন।

ঐশ্বর্যকোষল কল



## পারদর্শিতার পরীক্ষা

গাণিতিক সমস্যার সমাধানে তোমাদের কার কেমন পারদর্শিতা, তা বোঝবার জন্যে নীচে কয়েকটি প্রশ্ন দেওয়া হলো।

1. 16 সেটিমিটার দীর্ঘ ও 9 সেটিমিটার প্রশস্ত একটি আয়তক্ষেত্রকে এমন ছ-ভাগে ভাগ কর, যাতে সেই ছটি ভাগ দিয়ে একটি 12 সেটিমিটার বাহুবিশিষ্ট বর্গক্ষেত্র তৈরি করা যায়।

2. ধরা যাক, তুমি একটি করে 1 পরমা, 2 পরমা, 3 পরমা, 5 পরমা, 10 পরমা, 20 পরমা, 25 পরমা এবং 50 পরমা মূল্যের মুদ্রা নিয়ে দোকানে গিয়েছ।

(ক) দোকানদার একটা খাতার নাম চাইল 88 পরমা। তে মার মুদ্রাগুলি দিয়ে খাতার নাম কতভাবে দিতে পারবে?

(খ) খাতার নাম 46 পরমা চাইলে তুমি কত ভাবে নাম দিতে পারবে?

3. নীচে ছটি অসীম শ্রেণী দেওয়া হলো। প্রত্যেক শ্রেণীর সমষ্টি কত হবে?

$$(ক) 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \dots$$

$$(খ) 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \dots$$

(উত্তরের অন্তে 187নং পৃষ্ঠা দেখ)

অস্বাভাবিক দাবী ও অনুরোধ বন্ধ

\* সাধা ইনস্টিটিউট অব নিউজিয়ার কিংডম, কলিকাতা-9

## আইসোটোপ

আইসোটোপ সম্বন্ধে সম্যক ধারণা পেতে হলে পরমাণুর গঠন সম্বন্ধে কিছু জানা আবশ্যক। মৌলের পরমাণু সাধারণতঃ ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন দ্বারা গঠিত। মূলতঃ পরমাণুর কেন্দ্রীণে (Nucleus) নিউট্রন ও প্রোটন থাকে। কোন মৌলের পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটনের সংখ্যা সর্বদা একই থাকে। প্রোটন সংখ্যার বিভিন্নতা দেখা দিলে পরমাণু তার মৌলিক বৈশিষ্ট্য হারিয়ে ফেলে। মৌলের এক পরমাণুর মধ্যে বসতুলি প্রোটন থাকে, তাকে সেই পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা (Atomic number) বলে। কিন্তু কোন মৌলের পরমাণুতে নিউট্রন সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটলে,



পরমাণুর ওজন বিভিন্ন হয়, কিন্তু রাসায়নিক ধর্ম অপরিবর্তিত থাকে। এই সকল পরমাণুকে উক্ত মৌলের আইসোটোপ বলে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, পরমাণুর নিউক্লিয়াসের নিউট্রন সংখ্যার বিভিন্নতার জন্মেই আইসোটোপের উৎপত্তি হয়। পারমাণবিক ওজন (Atomic weight) বিভিন্ন হলেও, এগুলি একই মৌল এবং পর্যায়সারণীতে (পিরিয়ডিক টেবুল) একই ঘরে অবস্থান করে।

সুতরাং আইসোটোপের সাধারণ সংজ্ঞা হিসাবে বলতে পারি যে, আইসোটোপ হচ্ছে সেই সব অণুর মৌল, যাদের ভর-সংখ্যা (Mass number) একই, যারা পর্যায়সারণীতে একই ঘরে অবস্থান করে, কিন্তু পারমাণবিক ওজনে বিভিন্ন।

উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, হাইড্রোজেনের আইসোটোপের পারমাণবিক ওজন 1, 2 কিংবা 3 হতে পারে, কিন্তু সব ক্ষেত্রেই হাইড্রোজেনের (H) ভর-সংখ্যা 1 হবেই। এদের চিহ্নিত করা হয়, এই ভাবে— ${}_1\text{H}^1$ ,  ${}_1\text{H}^2$ ,  ${}_1\text{H}^3$

[ নিম্নের এক নির্দেশ করে H-এর দ্বি-ভর-সংখ্যাকে, উপরের এক, দুই বা তিন নির্দেশ করে H-এর আইসোটোপের বিভিন্ন পারমাণবিক ওজনকে ]

সেতুপ Mg ( ম্যাগনেসিয়ামের ) আইসোটোপ— ${}_{12}\text{Mg}^{24}$ ,  ${}_{12}\text{Mg}^{25}$ ,  ${}_{12}\text{Mg}^{26}$

সেতুপ O, ( অক্সিজেনের )— ${}_8\text{O}^{16}$ ,  ${}_8\text{O}^{17}$ ,  ${}_8\text{O}^{18}$ ,  ${}_8\text{O}^{19}$ ,  ${}_8\text{O}^{20}$

সেতুপ Al ( অ্যালুমিনিয়ামের )— ${}_{13}\text{Al}^{27}$ ,  ${}_{13}\text{Al}^{28}$ ,  ${}_{13}\text{Al}^{29}$ ,  ${}_{13}\text{Al}^{30}$

সেতুপ C ( কার্বনের )— ${}_6\text{C}^{12}$ ,  ${}_6\text{C}^{13}$ ,  ${}_6\text{C}^{14}$ ,  ${}_6\text{C}^{15}$ ,  ${}_6\text{C}^{16}$

আবার অনেক সময় দেখা যায় যে, একটি মৌলের নির্দিষ্ট পারমাণবিক ওজনের আইসোটোপের সঙ্গে অন্য বিভিন্ন মৌলের আইসোটোপের পারমাণবিক ওজন সমান হয়, কিন্তু রাসায়নিক ধর্ম ভিন্ন হয়। তখন তাদের আইসোবার (Isobar) বলে। অর্থাৎ 'A' মৌলের আইসোটোপ  $\alpha$ -য়দি 'B' মৌলের আইসোটোপ  $\beta$ -র সঙ্গে পারমাণবিক ওজনে সমান হয়—তখন  $\alpha$ -কে  $\beta$ -র কিংবা  $\beta$ -কে  $\alpha$ -র আইসোবার বলা হয়।

তেজস্ক্রিয়তার (Radioactivity) দিক থেকে দেখলে

আইসোটোপ তিন প্রকার, যথা :—

(I) নন-রেডিওঅ্যাক্টিভ আইসোটোপ— ${}_8\text{O}^{16}$ ,  ${}_8\text{O}^{17}$ ,  ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ ,  ${}_{17}\text{Cl}^{37}$

(II) প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ— $\text{Pb}^{204}$ ,  $\text{Pb}^{206}$ ,  $\text{Pb}^{207}$ ,  $\text{Pb}^{208}$ ,  $\text{U}^{238}$

(III) কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ—সাইক্লোট্রন, বিভাট্রন, কস্মোট্রন, রিঅ্যাক্টর প্রভৃতি যন্ত্রের সাহায্যে মৌলের পরমাণুতে নিউট্রন সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি করে কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ তৈরি করা হয়।

আজকের দিনে আইসোটোপের ব্যবহার খুবই ব্যাপক। বিভিন্ন রাসায়নিক বিশ্লেষণে, নাইট্রোজেন, কস্মোগাস, কার্বন ইত্যাদির 'আত্মকরণ' (Assimilation) নির্ণয়ে আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়। জীব-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে বিভিন্ন প্রজাতির পুষ্টিগত গাঢ়ত্ব



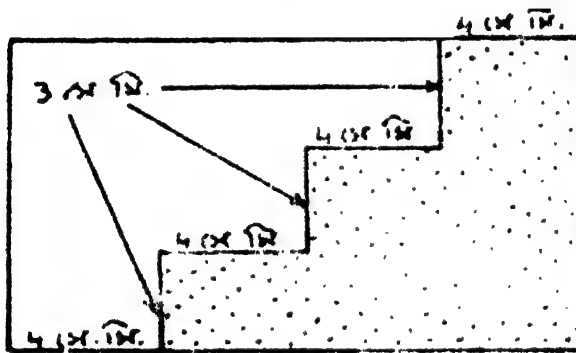
বয়স নির্ণয়ে, চিকিৎসা-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে Radio-Phosphorus ( $P^{32}$ ) রক্তের স্রষ্টিকেন্দ্রিকতা, Radio Iodine ( $I^{131}$ ) থাইরয়েড গোলযোগের ক্ষেত্রে, Radon (Rn)-এর বিকিরণ—  
ক্যান্সার রোগের নিরাসনে এবং এছাড়া ঐতিহাসিক জীবনে আইসোটোপ আরও নানা  
ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

প্রমাণিত যৌগ

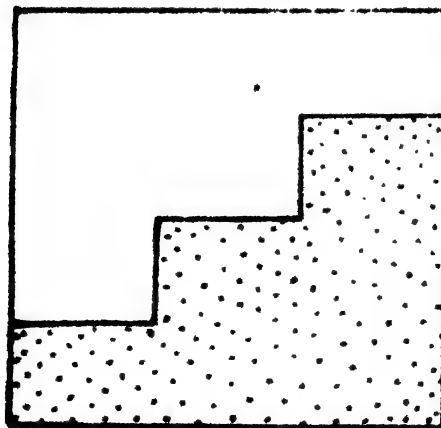
## উত্তর

( পারদর্শিতার পরীক্ষা )

১.



(ক) নং চিত্র



(খ) নং চিত্র

[ আয়তক্ষেত্রকে কিতাবে ভাগ করতে হবে (ক)-চিত্রে তা দেখানো হয়েছে। ভাগ দিবে



চিহ্নিত অংশকে নীচে 3 সে.মি. ও বা দিকে 4 সে.মি. সরিয়ে বসালে 12 সে.মি.টার বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্র পাওয়া যাবে ( (খ)-চিত্র দ্রষ্টব্য ) ] ।

2. (ক) 4

(খ) 2

[ আমরা এখানে জটিল সাধারণ সমাধান সম্পর্কে আলোচনা করবো। মনে কর, প্রথম মুদ্রা  $n_1$  পরশা, দ্বিতীয় মুদ্রা  $n_2$  পরশা...এভাবে  $m$ -তম মুদ্রা  $n_m$  পরশা; এগুলি একবার ব্যবহার করে তোমাকে  $N$  পরশা দিতে হবে। মনে করি, বর্তমানে তুমি দিয়েছ সেই নির্ণয় সংখ্যা হচ্ছে—

$$F(n_1, n_2, \dots, n_m; N)$$

এখন, বর্তমানে  $N$  পরশা দিয়েছ তার মধ্যে কয়েকবার  $m$ -তম মুদ্রা  $n_m$  পরশা ব্যবহার করেছে এবং কয়েকবার কর নি। যদি ব্যবহার করে থাক, তবে  $N - n_m$  পরশা তুমি  $n_1, n_2, \dots, n_{m-1}$  পরশার মুদ্রাগুলি দিয়ে দিয়েছ; এই সংখ্যা হলো  $F(n_1, n_2, \dots, n_{m-1}; N - n_m)$ । যখন  $m$ -তম মুদ্রা  $n_m$  পরশা ব্যবহার কর নি তখন  $n_1, n_2, \dots, n_{m-1}$  পরশার মুদ্রাগুলি দিয়ে  $N$  পরশা দিতে হয়েছে; এই সংখ্যা হচ্ছে  $F(n_1, n_2, \dots, n_{m-1}; N)$ ।

$$\therefore F(n_1, n_2, \dots, n_m; N)$$

$$= F(n_1, n_2, \dots, n_{m-1}; N - n_m) + F(n_1, n_2, \dots, n_{m-1}; N)$$

এভাবে, তিন দিকের প্রতি পদকে দুটি পদে ভেঙে দেয়া যাবে এবং পদগুলি শেষ পর্যন্ত ক্রমা সংখ্যার পর্যবসিত হবে।

এর মধ্যে দুটি সর্ব থাকবে : যদি  $n_1 + n_2 + \dots + n_m < N$ , তাহলে আমরা  $N$  পরশা কিছুতেই দিতে পারবো না; সুতরাং  $F(n_1, n_2, \dots, n_m; N) = 0$ । যদি  $n_m > N$ , তাহলে  $n_m$  পরশা ব্যবহার করতে পারবো না, অর্থাৎ  $F(n_1, n_2, \dots, n_m; N) = F(n_1, n_2, \dots, n_{m-1}; N)$

এসময় দুটি উদাহরণের দ্বারা ব্যাখ্যাটা বোঝানো যাবে। মনে কর—88 পরশা বর্তমানে দেওয়া যাবে সেই সংখ্যা  $S$  হলো

$$S = F(1, 2, 3, 5, 10, 20, 25, 50; 88)$$

$$= F(1, 2, 3, 5, 10, 20, 25; 38) + F(1, 2, 3, 5, 10, 20, 25; 88) \quad - (1)$$

এর মধ্যে  $1+2+3+5+10+20+25 < 88$

$\therefore$  দ্বিতীয় পদ = 0;

$$\text{সুতরাং } S = F(1, 2, 3, 5, 10, 20, 25, 38)$$

$$= F(1, 2, 3, 5, 10, 20; 13) + F(1, 2, 3, 5, 10, 20; 38) \quad - (2)$$

তিন দিকের প্রথম পদ  $F(1, 2, 3, 5, 10, 20; 13)$

$$= F(1, 2, 3, 5, 10; 13)$$

$$= F(1, 2, 3, 5; 3) + F(1, 2, 3, 5; 13) \quad - (3)$$

যেহেতু  $1+2+3+5 < 13$ , সুতরাং  $F(1, 2, 3, 5; 13) = 0$

$$\text{আবার } F(1, 2, 3, 5; 3) = F(1, 2, 3; 3) = F(1, 2; 0) + F(1, 2; 3) = 1 + 1 = 2$$

সুতরাং (2) নং সমীকরণের তিন দিকের প্রথম পদ = 2



এখন, অতঃপর  $F(1, 2, 3, 5, 10, 20, 38)$

$$= F(1, 2, 3, 5, 10, 33) + F(1, 2, 3, 5, 10, 18) \quad - (4)$$

এখন,  $1+2+3+5+10 < 38 \therefore F(1, 2, 3, 5, 10, 38) = 0$

$$\begin{aligned} \text{আবার } F(1, 2, 3, 5, 10, 18) &= F(1, 2, 3, 5, 18) + F(1, 2, 3, 5, 8) \\ &= 0 + F(1, 2, 3, 5, 8) \end{aligned} \quad - (5)$$

অতঃপর (২)নং সমীকরণের ডান দিকের বিজ্ঞপ্তি পদটি হলো

$$\begin{aligned} F(1, 2, 3, 5, 8) &= F(1, 2, 3, 3) + F(1, 2, 3, 8) \\ &= 2 + 0 = 2 \end{aligned}$$

$\therefore$  ঘোঁট  $2+2=4$  ভাবে ৪৩ পরমা নেওয়া যাবে—

$$i) 50+25+10+2+1=88$$

$$ii) 50+25+10+3=88$$

$$iii) 50+20+10+5+3=88$$

$$iv) 50+20+10+5+2+1=88$$

বিজ্ঞপ্তি ক্রেতে অগ্রগণ্য ভাবে দেখানো যাবে নির্ণয় সংখ্যা ২ ;—

$$25+20+1=46$$

$$25+10+5+3+2+1=46]$$

৩. (ক) ২

(খ) সমষ্টি নির্ণয় করা যাবে না—সমষ্টিটি যে কোন সঙ্গীত সংখ্যা অপেক্ষা বৃহত্তর।

[ (ক) এটি একটি অসীম ভগ্নাংশের স্রোতি, এটিটি পদ পূর্ববর্তী পদের  $\frac{1}{2}$  ভাগ,—এর সমষ্টি ২ ; নিম্নোক্ত উপায়ে সমষ্টি নির্ণয় করা যেতে পারে।

মনে করা হোক

$$S = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \dots$$

যেহেতু এটি অসীম ভগ্নাংশের স্রোতি, উভয় পক্ষে  $\frac{1}{2}$  দ্বারা গুণ করলে

$$\frac{1}{2} S = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} \dots$$

$$\text{বিয়োগ করলে } S - \frac{S}{2} = 1$$

$$\therefore S = 2$$

(গ) এই স্রোতির সমষ্টি নির্ণয় করা যাবে না। দেখানো যায় যে, যত বেশী পদ নেওয়া যায় স্রোতির সমষ্টি ততই বেড়ে যাবে। ফলে স্রোতির সমষ্টি যে কোন সঙ্গীত সংখ্যা অপেক্ষা বড় হবে।

নিম্নোক্ত স্রোতিটি নেওয়া যাক

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \dots (\text{অসীম পর্যন্ত})$$

নিম্নোক্তভাবে এই স্রোতির সমষ্টি সঙ্গীত হবে না। এবার আবারও স্রোতির সমষ্টি এর চেয়ে বড় হবে তা দেখানো যাবে :

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \dots$$

$$= 1 + \frac{1}{2} + \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8}\right) + \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32}\right) + \left(\frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \frac{1}{128} + \frac{1}{256} + \frac{1}{512} + \frac{1}{1024}\right) + \dots$$



$$\text{এখন } (\frac{1}{2} + \frac{1}{2}) > \frac{1}{2}$$

$$(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}) > \frac{1}{2},$$

অনুসরণভাবে বহুদূরিত পদগুলির সমষ্টি  $\frac{1}{2}$  অপেক্ষা বড়, সুতরাং সাধারণভাবে পদগুলির সমষ্টি

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \dots$$

অপেক্ষা বড় অর্থাৎ সমষ্টি যে কোন দশীয় সংখ্যা অপেক্ষা বড়।

গাণিতিক ভাষায় (ক)-তে প্রদত্ত ধ্রুপদকে অভিসারী ধ্রুপদ এবং (খ)-তে প্রদত্ত ধ্রুপদকে অপসারী ধ্রুপদ বলা হয়।

## প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1. : টেলিভিশনে রঙীন ছবি কিভাবে পাওয়া যায় ?

তলি সোম, ঢাকা; রেখা মিরোপী, মুর্শিদাবাদ।

প্রশ্ন 2. : উড়োজাহাজ হাড়বার সময় প্রথমে কিভাবে গতি পায় ?

দক্ষিণারঞ্জন বসাক, মেদিনীপুর।

উত্তর 1. : রঙীন কণ্টা তোলবার ব্যাপারে আমরা যে কিল ব্যবহার করি, তাতে তিনটি স্তর আছে, যাদের একটি নীল আলো, দ্বিতীয়টি সবুজ ও তৃতীয়টি লাল আলোতে সাজা দেয়। এগুলি মিশেই হবির মধ্যে বিভিন্ন রঙের সৃষ্টি হয়।

রঙীন টেলিভিশনে হবিকে নীল, সবুজ ও লাল রঙে আলাদা করবার ব্যবস্থা থাকে। কিছু সংখ্যক লেন্স, কন্ট্রোল এবং দর্পণের সাহায্যে হবিকে আলাদা করে প্রেরক-যন্ত্রে প্রচারের জন্তে পাঠানো হয়। প্রাহক-যন্ত্রে এই তিন রঙের হবিকে একত্র করা হয়ে থাকে। প্রাহক-যন্ত্রের পর্দায় তিনটি বিভিন্ন ধরণের প্রতিপ্রভ বস্তু মাখানো থাকে। প্রতিপ্রভ বস্তুর একটি নীল রঙে, দ্বিতীয়টি সবুজ রঙে এবং তৃতীয়টি লাল রঙে উদ্ভাসিত হয়। কলে তিনটি বিভিন্ন রঙের প্রতিপ্রভ এক হয়ে প্রাহক-যন্ত্রের পর্দায় একখানি হবির সৃষ্টি করে—বা রঙীন হয়।

উত্তর 2. : উড়োজাহাজ গতি পায় উড়োজাহাজের সামনের প্রোপেলারের সাহায্যে। প্রোপেলারটি চলে একটি ইঞ্জিনের সাহায্যে। প্রোপেলারের রেডের আকৃতি একটা বিশেষ ধরণের হয়ে থাকে। ইঞ্জিন চলবার সঙ্গে সঙ্গে প্রোপেলারও ঘুরতে থাকে। রেডের আকৃতি এমন করা হয়, যাতে ঘোরবার সময় প্রোপেলারটি সামনের বাতাসকে পিছন দিকে ঠেলে দিতে পারে। কলে রেডের ঠিক পিছনের বাতাসে সামনের ডুসনার উচ্চ চাপের সৃষ্টি হয় এবং এই চাপই রেডগুলিকে ঠেলা দিয়ে উড়োজাহাজকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায়।

জামদ্বন্দ্যর দেও



## বিবিধ

প্রশান্ত মহাসাগর থেকে প্রচুর বাতু  
পাওয়া যেতে পারে

মহাদিগ্ৰী থেকে পি. টি. আই. কর্তৃক প্রচারিত  
সংবাদে প্রকাশ—প্রশান্ত মহাসাগরীয় অঞ্চলে  
কোটি কোটি বণ ভাষা, নিকেল ও ম্যাঙ্গানীজ  
পাওয়া যেতে পারে। রাষ্ট্রদ্রব্যের সেক্রেটারী  
জেনারেল এই কথা ঘোষণা করেছেন।

সমুদ্র থেকে এসব বাতু চোলা হবে।  
এর পরিমাণ কৃষি থেকে প্রাপ্ত বা প্রাপ্তবা বাতুর  
তুলনায় বহু গুণ বেশী বলেও জানানো হয়।  
রাষ্ট্রদ্রব্যের প্রাতিষ্ঠানিক সম্পদ সংক্রান্ত সমিতির  
রিপোর্টে এই তথ্যের কথা প্রকাশ করা হয়।

খুঁজা থেকে আর একটি রকেট উৎক্ষেপণ

ত্রিবাঙ্গর থেকে পি. টি. আই. কর্তৃক প্রচারিত  
সংবাদে প্রকাশ—খুঁজা বিদ্যুতীয় রকেট উৎক্ষেপণ  
কেন্দ্র থেকে ভারতে তৈরি বিপর্দারের একটি  
সেক্টর রকেট সম্প্রতি উৎক্ষেপণ করা হয়েছে।

রকেটটিতে মহাকাশের কয়েকটি জ্যোতিষ  
থেকে নির্গত বৃহৎ গ্রহ-বিশি পরিমাপের বহু

হাফাও গ্রহ-বিশি বহুদূর উৎস সন্ধানের বহু ছিল।

রকেট ও তার বহুপাতি ভাল ভাবেই কাজ  
করেছে। রকেটটি প্রায় 165 কিলোমিটার উচ্চতায়  
উঠেছিল।

কনোগ্রাফের অদৃশ্য সূঁচ

টেলটন ডাটা করপোরেশন (বার্কিন সুজরাষ্ট্র)  
একরকম আলোর কনোগ্রাফ সূঁচ তৈরি করেছেন।  
এই ব্যবস্থার কম্পিউটারের তথ্য ব্যবস্থায় সংগ্রহ ও  
বিতরণ করা যায়। সেল থেকে একটি দৃশ্য আলো  
তথ্যের রেকর্ডের বাজে ফেলা হয়। এই ছোট  
আলোকটিই অদৃশ্য সূঁচ। বাজ থেকে আলো  
হুড়িয়ে পড়েই শেষ রূপান্তরিত হয়। সুজরাষ্ট্রের  
মৌবাহিনীর গবেষণা দপ্তরের সঙ্গে চুক্তিতে এই  
করপোরেশন কাজ করেছে। তাঁদের বক্তব্য হলো,  
তথ্যের রেকর্ডগুলির উপর কোন সংযোগ ঘটছে  
না। সুতরাং প্রকৃতপক্ষে কোন ক্ষতি হচ্ছে  
না। এই ব্যবস্থারটিতে খুব উচ্চমানের অবিকল  
শব্দোৎসর্গণ এবং স্থপার লং রেঞ্জিং রেকর্ড  
নির্দাণ করা সম্ভব।

প্রধান সম্পাদক—শ্রীমোহনচন্দ্র ভট্টাচার্য

প্রতিবন্ধকতার অভিযোগ কর্তৃক পি-23, দাখা হাফকুম স্ট্রিট, কলিকাতা-6 হাউস প্রকাশিত এবং প্রকাশক  
37/7 বেনিয়ার্সিয়া সেনা, কলিকাতা হাউস প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত।



## বিজ্ঞপ্তি

1956 সালের সংবাদপত্র রেজিস্ট্রেশন ( কেন্দ্রীয় ) নিয়মাবলীর ৪নং করম  
অনুযায়ী বিবৃতি :—

1. যে স্থান হইতে প্রকাশিত হয়, তাহার ঠিকানা :—বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ, পি-23  
রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলিকাতা-6
2. প্রকাশনের কাল—মাসিক
3. মুদ্রাকরের নাম, জাতি ও ঠিকানা—ঈমিহিরকুমার ভট্টাচার্য, ভারতীয়, পি-23,  
রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলিকাতা-6
4. প্রকাশকের নাম, জাতি ও ঠিকানা—ঈমিহিরকুমার ভট্টাচার্য, ভারতীয়, পি-23,  
রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলিকাতা-6
5. সম্পাদকের নাম জাতি ও ঠিকানা  
ঈমোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য (প্রধান সম্পাদক) ভারতীয়, পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলি:-6  
ঈপরিমলকান্তি ঘোষ ভারতীয়, পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলি:-6  
ঈমৃণালকুমার দাশগুপ্ত ভারতীয়, পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলি:-6  
ঈমুর্খেন্দুবিকাশ কর ভারতীয়, পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলি:-6  
ঈজয়ন্ত বসু ভারতীয়, পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলি:-6  
ঈরবীন বন্দ্যোপাধ্যায় ভারতীয়, পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলি:-6
6. স্বত্বাধিকারীর নাম ও ঠিকানা—বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ, ( বাংলা ভাষার বিজ্ঞান  
বিষয়ক সাংস্কৃতিক প্রতিষ্ঠান ), পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলিকাতা-6  
আনি, ঈমিহিরকুমার ভট্টাচার্য, ঘোষণা করিতেছি যে, উপরিউক্ত বিবরণসমূহ আমার  
জ্ঞান ও বিশ্বাসমতে সত্য।

স্বাক্ষর—ঈমিহিরকুমার ভট্টাচার্য

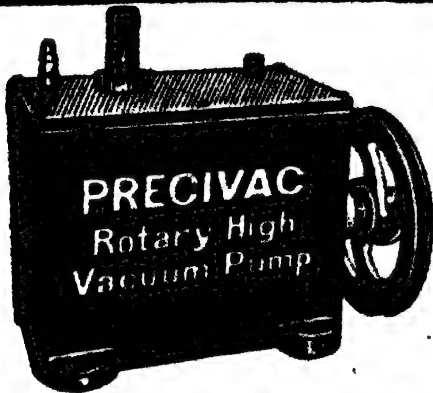
তাং 7-3-73

প্রকাশক—“জ্ঞান ও বিজ্ঞান” মাসিক পত্রিকা



## বিষয়-সূচী

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
সংবাদপত্রে বিজ্ঞান	...	১৯৩
কল্যাণ নদীর বহুত	...	১৯৫
বিজ্ঞান ও সমাজ	...	১৯৭
পারমাণবিক তাপমাত্রা	...	২০২
গোহ	...	২০৭
নিয়ন্ত্রিত তাপকেন্দ্রকার সংযোগের বিজ্ঞান	...	২১৪
ক্যালার	...	২১৭
হৃদযন্ত্রের নবীভূতিতে জল-বিদ্যুৎ উৎপাদনের	...	২২২
নভাব্য পদ্ধতি ও পরিচরনা	...	২৩১
চিঠি-পত্র	...	২৩৩
কবি-সংবাদ	...	২৩৩



**For Industry, Research  
Educational Institutes  
& Govt. Contractors**

**PRECIVAC ENGINEERING COMPANY**

OFFICE: SRI. S. S. CHATTERJEE ROAD,  
CALCUTTA-2. PHONE: 22-757

Factory: JOGINDRA GARDEN, RAIPUR,  
P.O. BALTA, DIST. JHARSUGUDA.

## PYREX TABLE BLOWN GLASS WARE

আমরা পাইরেক্স কীচেন-টিউব হইতে  
সকল প্রকার বৈজ্ঞানিক গবেষণাগারের  
অন্য ব্যবহার্য বস্তুপাতি প্রস্তুত ও সরবরাহ  
করিয়া থাকি।

নিম্ন ঠিকানায় অনুসন্ধান করুন :

**S. K. Biswas & Co.**

**137, Bowbazar St.**

**Koley Buildings, Calcutta-12**

Gram : Sozhet.

Phone : 35-9915



## বিষয়-সূচী

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
৮৩৭পক্ষে বিজ্ঞান কংগ্রেসের হৌরক জরতী	... রবীন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায়	236
সমাজ-বিজ্ঞানে গণিতের ব্যবহার	... সত্যেন্দ্রনাথ গিরি	240
পুস্তক-পরিচয়	... সর্বোৎকৃষ্ট বিকাশ কর	245

## কিশোর বিজ্ঞানীর পণ্ডুর

নিউটনের গতিসূত্র ও তার আলোচনা	... কাকদেবকান্দ দত্ত	247
পারদর্শিতার পরীক্ষা	... ব্রজেননাথ দাসগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	250
বর্ণ করবার সহজ পদ্ধতি	... ঐতিহ্যবাহিনী সাহা	250
উত্তর ( পারদর্শিতার পরীক্ষা )	...	252
এর ও উত্তর	... জায়ন্তবসু দে	254
-----		
বিবিধ	...	256

## Latest Calcutta University Publication

1. Bangla Abhidhan Granther Parichay, (1743-1867) ( বাংলা অভিধান গ্রন্থের পরিচয় ) ( ১৭৪৩-১৮৬৭ খৃঃ ) (in Bengali), by Sri Jatindra Mohan Bhattacharya. Royal 8 vo. pp. 336. 1970. Price Rs. 12.00
2. Brindabaner Chhay Goswami ( ব্রন্দাবনের ছায়া গোস্বামী ) (in Bengali), by Dr. Nareshchandra Jana. D. 16 mo. pp. 326. 1970. Price Rs. 15.00
3. Collected Poems & Early Poems & Letters, by Sri Manmohan Ghose. Edited by Sm. Lotika Ghose. Royal 8 vo. pp. 320. 1970. Price Rs. 25.00
4. Early Indian Indigenous Coins, edited by D. C. Sircar. Demy 16 mo. pp. 184+1 plate. 1971. Price Rs. 12.00
5. Fundamental of Hinduism (2nd Edition), by Dr. S. C. Chatterjee. Demy 16 mo. pp. 220. 1970. Price Rs. 5.00
6. Foreigners of Ancient India & Lakshmi & Sarasavati in Art & Literature, edited by D. C. Sircar. Demy 16 mo. pp. 200+9 plates. 1970. Price Rs. 12.00
7. Govinda Vijay ( গোবিন্দ বিজয় ) (in Bengali), edited by Dr. Pijuskanti Mahapatra. D/Demy 16 mo. pp. 384. 1969. Price Rs. 25.00
8. Gopi Chandra Nataka, by Dr. Tarapada Mukherjee. Demy 16 mo. pp. 172. 1970. Price Rs. 10.00
9. Illusion and its Corrections, by Dr. Jatilcoomar Mukherjee. Royal 8 vo. pp. 334. 1969. Price Rs. 20.00
10. Mahabharat (Kavi Sanjoy) ( মহাভারত—কবি সঞ্জয় বিরচিত ), by Dr. Munindrakumar Ghose. Royal 8 vo. pp. 1070. 1669. Price Rs. 40.00

*for further details, please enquire :*

**Publication Department, University of Calcutta  
48, HAZRA ROAD, CALCUTTA-19.**



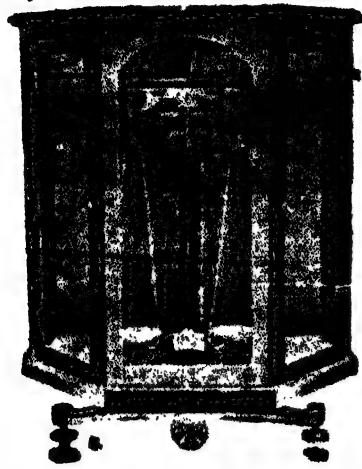
**SOME OF THE  
BASIC PRODUCTS  
MANUFACTURED  
BY US**

**SACCHARIN  
PHENACETIN  
ETHYL OLEATE  
MENTHOL  
STEARIC ACID  
STEARATES  
OLEIC ACID  
GLYCERYL MONO-STEARATE  
ALSO OTHER PHARMACOPOEIAL,  
TECHNICAL CHEMICALS  
& LABORATORY REAGENTS**

**THE  
CALCUTTA CHEMICAL CO. LTD.  
CALCUTTA 29**



আনালিটিক্যাল ল্যাবোর



পরিবেশনা, শিল্প ও শিল্প বিজ্ঞানের প্রয়োজনীয়

সরঞ্জাম পরিচালনা এবং প্রদর্শনকারক :

সার্নেজিয়া ইন্ডাস্ট্রিজ (ইণ্ডিয়া) প্রাইভেট লিমিটেড

৩৯, ব্যানার্জী বাগান সেন

::

২, বর্ষভদ্রা রোড

দিল্লি, হাওড়া।

ফোন : ৩৬-৩৫৫৬

বেঙ্গলুরু, হাওড়া

## লেক্সিন

সর্পদংশনের সুবিখ্যাত মহোৎসব,

সর্বপ্রকার সর্পবিষ নষ্ট করে।

কলেরায় নির্ভরযোগ্য ঔষধ, প্রতিষেধক

হিসাবেও নিশ্চিত কলগ্রহণ।

লেক্সিন সকল সস্ত্রান্ত দোকানে পাওয়া যায়।

পি. ব্যানার্জি মিহিকায়, বিহার

কলিকাতা অফিস : ১০৯ ডি. ভান্সনগার সুবর্ণী রোড

কলিকাতা-২৬



# জ্ঞান ও বিজ্ঞান

ষড়বিংশতিতম বর্ষ

এপ্রিল, ১৯৭৩

চতুর্থ সংখ্যা

## সংবাদপত্রে বিজ্ঞান

একথা আজ সর্বজনস্বীকৃত যে, কোন দেশের উন্নতির ক্ষেত্রে ব্যাপকভাবে বিজ্ঞানের চর্চা ও প্রয়োগ একান্তই অপরিহার্য। দুটিশের কয়েকজনের মধ্যে বিজ্ঞানকে সীমান্ত রেখে এই কাজ কখনই সম্ভব নয়, এর ক্ষেত্রে প্রয়োজন দেশের মধ্যে একটা বৈজ্ঞানিক আবহাওয়া সৃষ্টি করবার, দেশের জনমানসে একটা বৈজ্ঞানিক বোঝাপড়া ঢেঁলে দেবার। এই অভিজ্ঞ-অবগত করণীয় কাজটিতে সংবাদপত্রের ভূমিকা, বলা বাহুল্য, অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ—বিশেষতঃ আমাদের মত দেশে, যেখানে লোকজনকে বিজ্ঞানের বই বা পত্র-পত্রিকায় সংখ্যা (এবং প্রকার) মোটেই খুঁজে পায় না।

আমাদের দেশের বিজ্ঞানীমূল সমাজের মধ্যে অনেকটা বেগ একঘরে হয়ে বাস করেন। সেই ঘরে কিছুটা সন্ধান আছে, হয়তো দুসবান্দুলকভাবে সামিকটা আর্থিক সম্বলিত আছে, কিন্তু

দেশের মাটির সঙ্গে ঐ ঘরের যোগদ্বয় অত্যন্ত কীপ—খুঁজু হানে প্রায় নিরাসন্য অবস্থায় একটি 'গর্পণীয় বস্তু' হিসাবে সেটি বিরাজ করে। এক দিকে বিজ্ঞান ও বিজ্ঞানী এবং অন্য দিকে দেশের সাধারণ মানুষ ও তাদের সমস্যা—এদের মধ্যে যে দূতর ব্যবধান, সামাজিকভাবে সেই ব্যবধানের অপসারণ সম্ভব একমাত্র সরকারের সক্রিয় নীতি গ্রহণ এবং তার বসিষ্ট ভূমিারপের মাধ্যমে। তবে ঐ ব্যবধানের উপর প্রাথমিক সেতুবন্ধনের কাজটি অবশ্যই সংবাদপত্রগুলি সার্বিকভাবে করতে পারে।

সংবাদপত্রের সাধারণভাবে দুটি বিভাগ : একটির উদ্দেশ্য হলো বিভিন্ন ধরনের সংবাদ বিতরণ করা; অন্যটির উদ্দেশ্য হচ্ছে সম্প্রদায়িক ও অন্তর্গত গ্রন্থের মাধ্যমে মানা বিষয়ে জনগণকে সজাগকরণ করা এবং কোন কোন



বিষয়ে জনবৃত্ত পড়ে তোলা। আনন্দের বিষয়, গত কয়েক বছর আমাদের দেশের প্রধান সংবাদপত্রগুলি বিজ্ঞান সম্পর্কে আগেকার তুলনায় কিছুটা সচেতন হয়ে উঠেছে—সংবাদপত্রের দুটি বিভাগেই এই সচেতনতার স্বাক্ষর রয়েছে। কিন্তু বিজ্ঞানের অতিরিক্ত ও ভুল স্বীকার করলেও বিজ্ঞানের প্রতি সংবাদপত্রের আচরণ এখনো অনেকটা বিমোহিত—বিজ্ঞানের উপস্থাপনার বোঝাই বেন দায়সারা পোছের একটা মনোভাব।

এবং বলা যায় বিজ্ঞান-সংবাদের কথা। কোন প্রতিষ্ঠানের পক্ষ থেকে হয়তো একটি বিজ্ঞান-বিষয়ক আলোচনার ব্যবস্থা করা হলো। অল্পটানের কর্তৃকর্তারা যদি বিশেষ উত্তাপ নিয়ে সংবাদপত্রের দপ্তরে অল্পটানের বিবরণ পৌঁছে দেন বা ঠিক জায়গায় যদি 'বঙ্গ-কথা' করতে পারেন, তবেই সেই বিবরণ সংবাদপত্রে বেরবার সম্ভাবনা, তা না হলে অপেক্ষাকৃত বেশী গুরুত্বপূর্ণ অল্পটান সম্পর্কেও সংবাদপত্র নীরব। এই ধরনের কর্তৃকর্তৃকিত কি বাছনীর? বিজ্ঞান-সংবাদ সংগ্রহ করার এবং বণ্যব গুরুত্ব অল্পটায়ী সেগুলিকে পরিবেশন করার ক্ষেত্রে সংবাদপত্রের নিজস্ব ব্যবস্থা থাকা কি উচিত নয়?

সংবাদপত্রে বিজ্ঞানবিষয়ক যে সব প্রবন্ধ প্রকাশিত হয়, সেগুলির বিষয়বস্তু যথেষ্ট ব্যাপক নয় এবং সেগুলিতে প্রায়শই গভীরতার অভাব পরিলক্ষিত হয়। এর মূল কারণ বোধ হয় বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ সংগ্রহের ক্ষেত্রে সংবাদপত্রের কোন সক্রিয় ব্যবস্থা নেই; একেবারে সূত্রের কয়েকজন বিজ্ঞানী বা বিজ্ঞানীছাত্রীর রচনা ও সম্ভাব্যতাই তাদের সফল। অথচ সংবাদপত্রের উপযোগী বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ নিষেধে সফল, এমন বিজ্ঞানীর সংখ্যা তো আমাদের দেশে কম নয়। সংবাদপত্রের পক্ষ থেকে তাঁদের সঙ্গে

যোগাযোগ করে বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়ে উৎসাহ প্রবন্ধ সংগ্রহ করা কি সম্ভব নয়?

বিজ্ঞানবিষয়ক রচনা বা আলোচনার সংবাদপত্রের অগভীরতা সম্পর্কে একটি মনুনা দেওয়া থাক। আকাশবাণীতে বিজ্ঞানসম্পর্কিত যে সব আলোচনা পরিবেশিত হয়, সংবাদপত্রে তার পর্যালোচনা হলে কি ধরনের হয় সেই পর্যালোচনা? আলোচিত বিষয়বস্তুর গুরুত্ব, ভাষাভিহ বাবার্য ইত্যাদি সম্পর্কে কোন মতব্য যদি আপনি আশা করেন, তবে আপনাকে হতাশ হতে হবে। আলোচনাটি তখনও দেখকের ভাল লেগেছে কি না, এটুকুই কেবল আপনি মূলতঃ জানতে পারবেন। বর্তমানতাই আলোচনাকারীর সঙ্গে দেখকের যদি বিশেষ পরিচয় থাকে, তবে তাঁর ভাল লাগবার সম্ভাবনা বেশী; আর তাঁর সম্বন্ধে কোন কারণে যদি দেখকের বিশ্বাস মনোভাব থাকে, তবে কি আর আলোচনা তাঁর ভাল লাগবে?—কথায় বলে, 'বারে দেখতে নারি, তার চলন ঝাঁক'।

সংক্ষেপে বলতে গেলে বিজ্ঞান-সংবাদ প্রকাশ্যেই হোক বা বিজ্ঞানবিষয়ক প্রবন্ধ ও আলোচনার পরিবেশনেই হোক, আমাদের দেশের সংবাদপত্রের কাছ থেকে সচ্ছন্দ ব্যবহার পাবার সম্ভাবনাকে অনেক ক্ষেত্রেই অতের জবাব এইভাবে লেখা যায়:  $P=f(c)$ , যেখানে  $c$  হলো সংবাদপত্রের সঙ্গে ক্ষুদ্রিট বিশেষ বিশেষ ব্যক্তির সঙ্গে contact অর্থাৎ সংযোগ, সহজ ভুক্তি জাবার থাকে বলা হয় 'বাড়ির'। আশঙ্কা যেন করি, এই অবস্থা পাটে নিয়ে বসে বসে কেঁদে  $P=f(q)$  হয়ে উঠবে, ততই বদল; এখানে  $q$  হচ্ছে বিষয়বস্তুর quality অর্থাৎ গুণ বা মান। তখনও উৎসর্গ কি বিজ্ঞান-সংবাদ বা বিজ্ঞানবিষয়ক প্রবন্ধাদি পরিবেশনের যাপকটি হওয়া উচিত নয়?



## . কয়লা সৃষ্টির রহস্য

অশোক চক্রবর্তী ও অরবিন্দ দাস\*

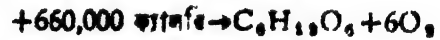
কুপুটে গ্রাউ বৌলসমূহের মধ্যে কার্বনের পরিমাণ গ্রাউ 0.04% ; বিরল বৌলগুলির মাত্রা থেকে সাধারণ বেশী। তবে বাহুবল ও কু-চক্রে 5000 বিটের মীচের তর পর্যন্ত অত্যুচ্চ করলে কার্বনের শতকরা হার 0.1-এর বেশী হবে না। বিশ্বের কথা এই যে, কার্বনের 5000 ভাগের মধ্যে মাত্র 1 ভাগ অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া করতে সক্ষম। এটিই গতিশীল কার্বন (Dynamic carbon) নামে পরিচিত। আর এই গতিশীল কার্বনই বিভিন্ন প্রয়োজনে লাগে। বস্তুতঃ কার্বনকে সর্বাঙ্গেকা প্রয়োজনীয় বৌলসমূহের মধ্যে একটি বলে গণ্য করা হয়। কারণ বাহুবলের বিভাব্যবহৃত সাধারণ অবি-কাংশই হচ্ছে কার্বনের বৌগ—সেগুলির মধ্যে বাত, পোশাক এবং জালানীকে অগ্রাবিকার দেওয়া যেতে পারে। উল্লেখ করা যেতে পারে যে, প্রকৃতি বিকল্প গতিশীল কার্বনকে বাহুবলের কাছে পৌঁছে দিয়েছে অত্যন্ত বনীকৃত অবস্থার—অবিকাংশ জীবাশ্ম-জালানীতে (Fossil fuel) এটি বর্তমান এবং এই জীবাশ্ম-জালানীর স্রষ্টা হর হাজার হাজার বছর ধরে সৌরশক্তির প্রভাবে। পিট, লিগ্‌নাইট, কয়লা, বমিজ তৈল এবং প্রাকৃতিক গ্যাসকে এই জাতীয় জালানীর অত্যুচ্চ করা যেতে পারে। গঠনমূলে প্রথম তিনটি সম্মোজী এবং এদের উৎপত্তি উদ্ভিদ থেকেই। উদ্ভিদ থেকে কি করে পিট, লিগ্‌নাইট ও কয়লায় পরিণত হয়, তা এখন আলোচনা করা হচ্ছে।

প্রকৃতিতে যখন রাখা প্রয়োজন যে, পৃথিবীর যে সকল গাছ জন্মায়, তাথেকেই কয়লায় পরিণত হয়। সামুদ্রিক উদ্ভিদ থেকে কয়লা

হয় না। সাধারণতঃ যে সব গাছের কাঠামো (Woody skeleton) এবং চক্রে উপরের গুহ ও বহল শক্ত, তাহাই সম্পূর্ণ কর প্রতিক্রিয়া করতে পারে এবং যথেষ্ট পরিমাণে কয়লাতে রূপান্তরিত হতে সক্ষম। আর গাছে অবস্থিত যে কার্বন কয়লাতে রূপান্তরিত হয়, তা গাছ বেঁচে থাকাকালীন অক্সিজেনের প্রক্রিয়ার দ্বারা সঞ্চিত হয়। এই প্রক্রিয়াতে গাছ তার সমস্ত ক্লোরোফিলের সাহায্যে বাতাসের কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে রূকোম উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াটি ঘটতে কিছু তাপ-শক্তির প্রয়োজন, তা আসে সূর্যমণ্ডল থেকে। উল্লিখিত বিক্রিয়াটি একটি সরল রাসায়নিক সমীকরণের দ্বারা দেখানো হলো—



(কার্বন ডাই-অক্সাইড) (জল)



(তাপশক্তি)

রূকোম

আর এইরূপ বিক্রিয়ার সাহায্যেই গাছে চিনি, স্টার্চ এবং জটিল কার্বোহাইড্রেটসমূহ সংরক্ষিত হতে থাকে। কিছু পরিমাণ শর্করা-জাতীয় পদার্থ গাছটি বাত হিমাংগে প্রবণ করে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল তৈরি করে এবং তাপের স্রষ্টা করে। তাছাড়া কিছু পরিমাণ চিনি সেলুলোজে রূপান্তরিত হয়। আর এর সঙ্গে অর্ধ-সেলুলোজ, লিগ্নিন-সেলুলোজ এবং লিগ্নিনের (সেলুলোজের রূপান্তরিত গঠন) সম্মিশ্রণে তৈরি হয় গাছের বস্মা। এবার

\* রাসায়ন বিভাগ, রায়ব্রহ্মসিংহ আবাসিক মহাবিদ্যালয়, কেরলাপুত্র, 24-পরগণা।



পাছে কি কি রাসায়নিক বৌল উপাদান বর্তমান, তা একই আলোচনা করা যাক। সেলুলোজের আণবিক সংকেত হলো  $(C_6H_{10}O_5)_n$  (যেখানে  $n$ -এর মান নির্দিষ্ট নয়, কয়েক হাজার হতে পারে); তাই সংযুক্তি সঠিকভাবে বলা না গেলেও দেখা গেছে— $C=44.4\%$ ,  $H=6.2\%$ ,  $O=43.4\%$  (মোটামুঠ)। এইভাবে লিগ্নিনে আছে  $C=60-65\%$ ,  $H=6\%$ ,  $O=30-33\%$  (মোটামুঠ) এবং এর সঙ্গে কিছু পরিমাণে নাইট্রোজেন ও সালফার থাকতেও পারে। আর ত্বপাতরিত সেলুলোজ (Modified cellulose) এবং লিগ্নিন সেলুলোজের (Ligno cellulose)-যেহা রয়েছে  $C=50\%$ ,  $H=6\%$ ,  $O=43\%$  (মোটামুঠ)। কাঠের মধ্যে নাইট্রোজেনযুক্ত প্রোটিন ও রেজিন (Resin) থাকে।

উল্লিখিত আলোচনা থেকে বলা যায় সেলুলোজ, লিগ্নিন সেলুলোজ, ত্বপাতরিত সেলুলোজ, নাইট্রোজেনযুক্ত প্রোটিন ও রেজিন ধীরে ধীরে 'হৃতিকা-বীজাণু'র দ্বারা ক্রমশঃ হয়ে কার্বনে (কয়লা ও তার পূর্ববর্তী অবস্থার) ত্বপাতরিত হয়। যে প্রক্রিয়ার দ্বারা এই পরিবর্তন সাধিত হয়, তা হলো—এখানে কাঠ থেকে পিট, পিট থেকে লিগ্নাইট, লিগ্নাইট থেকে কয়লা ও সবশেষে তার আনুমানিক ত্বপটি। ত্বক মাটিতে বসন কোন গাছজাতীয় পদার্থ পতিত অবস্থার থাকে, তা এখনে বায়ুর অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল তৈরি করে। কিন্তু অগতীর জলাশয়ের নীচে এর বিয়োজন পদ্ধতি ভিন্ন ধরণের এবং এখানে বীজাণুর দ্বারা প্রভাবিত হয়। এই ক্রিয়া চলতে থাকে ততক্ষণ পর্যন্ত, যতক্ষণ বৌলের বিয়োজন সম্পূর্ণ না হয় অথবা কয়ের কলে উৎপন্ন ত্বক এক বসীভূত হয়—যার কলে বীজাণু আর বিক্রিয়ার অংশগ্রহণ করতে পারে না। এটা

শুট বে, বিক্রিয়া অগতীর জলাশয়ে অনেককাল বায়ব চলতে থাকে এবং এখানে উৎপন্ন অম্লীয়ক পদার্থ (Acidic matter) নির্গমন পথ দিয়ে বিভাজিত হয়। তবে এই অম্লীয়ক পদার্থ বহিষ্কৃত করার সম্পর্কে এনে প্রণয়িত হতেও পারে। এই কয়ের গতি ব্যাকেকি টেনরের (Mackenzie Taylor) দ্বারা দু-ভাবে বীজাণুর দ্বারা সম্পন্ন হতে পারে—

(ক) বায়ুর অংশগ্রহণবিহীন অথবা সানাত বায়ুর উপস্থিতিতে পিট গঠন (কার্বন: বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণরূপে বায়ুর সংস্পর্শ ছাড়া হয় না);

(খ) সর্বজন বায়ুর সংস্পর্শ ছাড়াই কারীর প্রভাবে সন্ধান-প্রক্রিয়ার (Fermentation) দ্বারা বিটুবিদ্যাস করা গঠন, এই কয়ে কারীর প্রভাবের প্রয়োজন হয় কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষণের জন্যে। কার্বন ডাই-অক্সাইডের সৃষ্টি হয় কয়ের কলে এবং কারীর প্রভাব বজায় রাখা হয় কারীর বাতির সাহায্যে, বা টেনরের দ্বারা কয়লার উপরিভাগকে আবৃত করে রাখে। বস্তুতঃ এই কারের গাড়কের তিরতা অস্থায়ী বিভিন্ন ধরণের কয়লার সৃষ্টি হয়। যেমন, লিগ্নাইট গঠিত হয় কয় গাড়কের কারের উপস্থিতিতে, বিটুবিদ্যাস গঠিত হয় অভিজাত্যার গাড়কের কারের প্রভাবে।

টেনরের এই ক্রমসূচীতে এই ব্যাখ্যা করা যেতে পারে যে, কয়লার সৃষ্টি তাপ ও জ্বালার প্রভাব ছাড়া হয়। কিন্তু ফিশার (Fischer) ও স্কেডার (Schrader)-এর দ্বারা টেনরের দ্বারা থেকে ভিন্ন ছিল। এই দ্বারা—গাছের সেলুলোজ বীজাণুর দ্বারা প্রভাবিত হবার কলে গ্যাসীয় ও ত্বক পদার্থের সৃষ্টি হয় এবং লিগ্নিন হিউমিক (Humic) পদার্থের পতিত হয়। এই পদার্থই ধীরে ধীরে পরিবর্তিত হয়ে বিভিন্ন ধরণের কয়লার সৃষ্টি করে। বিভিন্ন ধরণের কয়লাকে সমাজ করা যেতে পারে তাদের কারীর ক্রমকে



প্রাচুর্য অহুসারে। বাবাণী করলা এবং লিগ্‌নাইটের প্রাচুর্য করণে দেখে, কিন্তু বিটুমিনাস ও অ্যান্‌থ্রাসাইট আরো কার্যকর হইতে পারে।

যে মতবাদই থাকুক না কেন, এটা একটা পরীক্ষামূলক সত্য যে, করলায় বহু পদার্থ সেলুলোজ এবং লিগ্‌নিন থেকেই পাওয়া যায়। বার্জিয়াস (Bergius) সেলুলোজকে জলের উপস্থিতিতে 340° সে. উষ্ণতায় ও 140 বায়ুচাপের চাপে একটা কালো পদার্থে পরিণত করেন, যার কোন কোন বিষয়ে করলায় সন্নিবিষ্ট আছে। কালো পদার্থটিকে রাসায়নিক বিশ্লেষণ করলে দেখতে পাওয়া যায় যে, কার্বনের শতকরা ভাগ 84%, হাইড্রোজেন=5%, অক্সিজেন=11%। গ্রোপ (Gropp) এবং বোদে (Bode) তাঁদের পরীক্ষা থেকেই এই সিদ্ধান্তে উপনীত হয়েছেন যে, চাপ ও তাপের প্রভাবে সেলুলোজ নিকট করলায় (Dull coal) পরিণত হয়; আর লিগ্‌নিন পরিণত হয় উজ্জ্বল করলায় (Bright coal)। বার্জ (Berl) এই সকল পদার্থকে (লিগ্‌নিন, সেলুলোজ) আবার উপস্থিতিতে 300-400° সে. উষ্ণতায় উত্তপ্ত করে এই সিদ্ধান্তে উপনীত হয়েছেন যে, লিগ্‌নাইট লিগ্‌নিন থেকে এবং বিটুমিনাস করলা সেলুলোজ থেকে উৎপন্ন হয়েছে। এই পরিবর্তন অবশ্য অল্প সহজ নয়। বাহ্যিক, ভীষণ বিভিন্ন পরীক্ষার ফল লিপিবদ্ধ করেন এবং সেলুলোজ ও লিগ্‌নিন থেকে যে করলা পাওয়া যায়, তাইয়ের মধ্যে পার্থক্য দেখান। পার্থক্যটি মীচে দেখানো গেল :

সেলুলোজ করলা লিগ্‌নিন করলা

যেজিবে প্রবীকৃত বিটুমেন ...	15%	0.5%
উৎপাদিত করলা	33%	65%
পাওয়ার পর কেন্দ্র	36%	0.5%

তবে এটা সত্য যে, যে গাছে সেলুলোজ অধিক পরিমাণে থাকে, তা থেকে সেলুলোজ

করলা এবং যে গাছে লিগ্‌নিন অধিক থাকে, তা থেকে লিগ্‌নিন করলা পাওয়া যায়। এইভাবে প্রাপ্ত বিভিন্ন করলা ঠিক প্রাকৃতিক বিটুমিনাস করলায় বহু নয়। এদের ব্যবহার এবং পাতন করবার পর জির ধরণের পদার্থ পাওয়া যায়। তবে এই সিদ্ধান্তে বিস্তারিত উপনীত হওয়া যায় যে, সেলুলোজ ও লিগ্‌নিন করলা তৈরির সহায়ক।

বর্তমান কালে বিশেষজ্ঞদের মতে করলা তৈরির প্রাথমিক অবস্থা হচ্ছে এই যে, বীজাণু বিক্রিয়ার অংশগ্রহণ করে। এই বিক্রিয়াটি অত্যন্ত জটিল। গাছের বেশ বারিকটা অংশ সম্পূর্ণভাবে ভেঙে গিয়ে একটি অত্যন্ত সহজ পদার্থের দৃষ্টি করে। আর বাকী অংশ কর না হয়ে ঐ ভাবেই থেকে যায়। এই উদ্ভিজ্জবল (Vegetable sludge) ধীরে ধীরে পীটে পরিণত হয়। এই অবস্থায় চাপ ও তাপের প্রভাবে কার্যকরী হয়। অল্প-পাতনের অল্পপরিমাণে বাকী মীচে করলা গঠনের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ তাপমাত্রা 200° সে.-এর কম। চাপ পৃথিবীর গভীর জলে অত্যন্ত পরিবর্তনশীল; কিন্তু তবুও একবার গভীরতার জলে চাপের পরিমাণ প্রায় 1200 পাউন্ড, প্রতি বর্গইঞ্চি, প্রতি 1000 ফুট গভীরতার। তবুও চাপ ও তাপের প্রভাবেই পীট করলাতে পরিণত হয় না। এর জন্তে আরো একটা কারণ (Factor) বর্তমান, তা হলো আর্দ্রতা।

হিল্টের সূত্র (Hilt's Law) অল্পব্যাপী উপরি-উক্ত তত্ত্বকে বীভক্ত করা যেতে পারে। কারণ হিল্টের একমাত্র অহুসারে করলা বাকীর অভ্যন্তরে উন্নয়ন (Vertical) গভীরতা বহু বৃদ্ধি পাবে, কার্বনের শতকরা হার তত বৃদ্ধি পাবে এবং উদ্বাহী পদার্থের পরিমাণ কমবে। তবে এর ব্যতিক্রমও কোথাও কোথাও দেখা যেতে পারে। চাপের প্রভাবে পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোন কোন স্থানে প্রচণ্ড পার্শ্ব-চাপের (Lateral stress)



সঠি হতে পারে; অর্থাৎ করলাতে রপাতরের বেলায় কার্বনের বাত্মা উন্নত বিকে না থেকে পাশের বিকে বৃদ্ধি পায়।

বাঁহোক, গাছ বড়ই করলাতে পরিবর্তিত হতে থাকে। কার্বনের পরিমাণ ততই বৃদ্ধি পায় ও সেই সঙ্গে উদারী পদার্থের পরিমাণ কমেতে

থাকে। উদারী পদার্থের অভাবই সঠি উপাদান হলো—হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন; অর্থাৎ হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরিমাণ কমেতে থাকে। নিম্নের তালিকায় করলায় পরিবর্তিত হবার (Colification) বিভিন্ন বাণজন্ম কোষানো হলো—

#### করলায় পরিবর্তনের বাণসমূহ (C-100)

	হাইড্রোজেন	অক্সিজেন	এণ্ডা হাইড্রোজেন - ( হাইড্রোজেন - $\frac{অক্সিজেন}{8}$ )
বিভিন্ন সেলুলোজ	13.9	111.0	0.0
কাঠ ( গড় বাত্মা )	12.0	88.0	1.0
পাই	10.0	57.0	3.0
লিগ্নাইট ( বাণিজ্য )	7.8	54.0	1.1
লিগ্নাইট ( ইউরোপ )	6.9	30.0	3.5
বিটুমিনাস করলা	6.0	21.0	3.4
অ্যান্‌থ্রাসাইট	4.75	5.2	4.1
গ্র্যাকাইট	0.0	0.0	0.0

এবার তির তির ধরণের করলায় পার্থক্যের কারণ উল্লেখ করা যাক :—

( ক ) আগল উদ্ভিদ পদার্থ ও জলের সাহায্যে অণুকালিত হয়ে পুষ্কীয়ের পার্থক্যের কলে;

( খ ) বীজাপুর বাত্মা করগ্রাণ্ডির পরিমাণে পার্থক্যের কলে;

( গ ) করগ্রাণ্ড পদার্থের তাপ ও চাপের প্রভাবে উদারীকরণের পার্থক্যের কলে করলায় বিভিন্নতা সম্ভব।

বস্তুতঃ এই কারণগুলি সুকৃতাবে বা এককৃতাবে পর পর কার্যকরী হয়ে থাকে কিনা, সে সম্বন্ধে বক্তব্য রয়েছে।

গাছের কোষের কোন্ পদার্থ বীয়ে বীয়ে করলাতে পরিণত হয়—সে সম্পর্কে বিভিন্ন বক্তব্য আছে। এই বক্তব্য সম্পূর্ণভাবে করলায় পঠনের উপর নির্ভরশীল। উপরে এই সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে। এখন সংক্ষিপ্তাকারে করলায় পঠির ব্যাখ্যা দেওয়া হলো—

( ক ) সেলুলোজ, লিগ্নিন এবং অপর পরিমাণে প্রোটিন, য়েজিন, চর্বি ও য়োব ( বা গাছে বর্তমান ) বাটির নীচে বেকেই সম্ভাব্য-প্রক্রিয়ায় অণুগ্রহণ করে; কলে য়িবেন, কার্বন ডাই-অক্সাইড, হাইড্রোজেন ইত্যাদি প্যাসীয় পদার্থ নির্গত হয়। তারপরে জলে কিছু কিছু পদার্থ দ্রবীভূত হয় ও জেল (Gel)-এর রত পদার্থ সঠি করে। আর কিছু পদার্থ অদ্রবীয় অবস্থায় পড়ে থাকে। এভাবেই পাই তৈরি হতে থাকে।

( খ ) উপরিউক্ত বৌসসমূহ হয় সেখানেই থাকে বা বায়ু য়োত হয়ে অত স্থানে জমা হয়।

( গ ) ভূপৃষ্ঠের নীচে চাপের কলে জল দ্রবীভূত হয় এবং পৃথিবীর গতির কলে ভর-নিষ্ক (Laminated) পঠনের পঠি হয় এবং প্রকণ্য পাই লিগ্নাইটে রপাতরিত হয়।

( ঘ ) ভূ-অভ্যন্তরে চাপ ও বীয়ে বীয়ে তাপমাত্রা বৃদ্ধির প্রভাবে আরও জল দ্রবীভূত হয়। কার্বন ডাই-অক্সাইড, ইথেন ও য়িবেন



একটি রাসায়নিক বৈশেষিক অবস্থি ঘটে। তাছাড়া অস্বাভাবিক ও কার্যকর হিউমিক পদার্থের সংশ্লেষণ ঘটে। আর ক্রিয়ালব্ধীয় বস্তু থেকে কয়লার উপাদানের সৃষ্টি হতে থাকে। এই অবস্থাকে গতি-রাসায়নিক (Dynamo-

chemical) অথবা রূপান্তরিত (Metamorphic) অবস্থা বলে।

(৩) আরও চাপ এবং গীয়ে গীয়ে কয়লা থেকে প্রত্যবে মেবে আয়না-সাইটোজীয়া কয়লার সৃষ্টি হয়।

## বিজ্ঞান ও সমাজ

শ্রীশ্রীপকুসার দত্ত\*

বর্তমান যুগকে বলা হয় বিজ্ঞানের যুগ। বিজ্ঞানের নামা আবিষ্কার আর মানবজীবনকে করেছে সমৃদ্ধ—তাকে দিয়েছে সুখ, স্বাস্থ্য, গতি, যোগ-প্রতিরোধ ও নিরাপত্তার কবচা—আরও কত কি। একথা যেমন সত্য, তেমনই সত্য যে, ভারতে বিজ্ঞানের উপযুক্ত প্রচার আরও হয় নি। সুস্থিতির শিকড় কিছু জনসাধারণই বিজ্ঞান সম্বন্ধে কিছু জানেন। আর দেশের অগণিত জনসাধারণ এই বিষয়ে অজ্ঞ। আরও তারা যোগ নিরাপত্তার জন্তে কবচ, তাবিল আর জল পড়ার উপর নির্ভর করে। যোগের মূল কারণ সম্পর্কে তারা অজ্ঞ। আর এই যোগ নিরাপত্তার জন্তে দৈবের উপর নির্ভর করে নিজেদের সর্বনাশ তেজে আনে। অসত্য এর জন্তে আশাবাদের দেশের সামাজিক অবস্থা অনেক পরিমাণে দারী। অধিকাংশ লোক নিরক্ষর, অধিকাংশ প্রায়ে চিকিৎসার উপযুক্ত জ্ঞান নেই। আর জ্ঞান যোগ্যেও বা আছে, সেখানে গরীব জনসাধারণের দারী দারী ঐক্য কেন্দ্রীয় সাক্ষ্য নেই। জাতি থাকতো, তাহলে ঐক্যের বাস্তব উপকারিতা তাদের অস্ত্র বিধান দূর করতে অনেক পরিমাণে সাহায্য করতো।

অসত্য দুঃখের হলো একথা স্বীকার করতেই হবে যে, অস্ত্র বিধান শুধু অশিক্ষিত বা অর্থ

শিক্ত জনসাধারণের মধ্যেই বহুল নেই, আরও তথাকথিত কিছু উচ্চ শিক্তির মধ্যেও—এমন কি, বীরা বিজ্ঞান-সাবক, তাঁদের মধ্যেও। এসব বিজ্ঞান-সাবক বতকণ পবেষণাগারে থাকেন, ততকণ তাঁরা মুক্তিধারী, বা মুক্তিযুদ্ধের বা তাঁরা মনেন না বা স্বীকার করেন না। কিন্তু পবেষণাগারের বাইরে তাঁরা অনেক সময় অস্ত্র বিশ্বাসের বশবর্তী। ভারতের পরলোকগত প্রধান মন্ত্রী শ্রীমহা ১৯৫০ সালে Fuel Research Institute-এর উদ্বোধন অঙ্গুষ্ঠানে বক্তব্য করে-ছিলেন "...All countries, I said, are normally conservative. But I imagine our country is more than normally conservative....I find curious hiatus in people's thinking. I find it even in the thinking of scientists who praise science, and practice it in the laboratory but discard the ways of science, its method of approach and the spirit of science in everything else they do in life. They become completely unscientific.

প্রাচীনকালে দারিদ্র্য নামা প্রাচীনকালে

\* আচার্য বি. এম. শ্রীম কলম্ব, কোচবিহার



যেবে তাদের কারণ হিসাবে এক অজ্ঞাত শক্তিকে দাবী করে। জন্ম দেয় নানা দেব-দেবীর ধারণা। সুবোধ থেকে তখন পাবার উপায় হিসাবে তারা দেব-দেবীকে সন্তুষ্ট করার জন্যে পূজা-অর্চনার ব্যবস্থা করে। এভাবে বাহ্যবের অজ্ঞাতের সুযোগে একদিন অলৌকিক ধারণা বাহ্যবের মনে বসন্ত হয়। তারপর থেকে এই ধারণা সুগে সুগে শোষণ শ্রমের অন্ততম হাতিয়াররূপে ব্যবহৃত হয়ে এসেছে—বর্তমান সুগত তার ব্যতিক্রম নয়। ঈশ্বর, পূর্ব-জন্মের কর্মকল প্রকৃতি ধারণা মিথ্যেদের দ্বারা ব্যবহার করে শোষণ শ্রমী তাদের শোষণের দ্বারা যে সামাজিক বৈষম্য এবং বাহ্যবের অত্যাচার-অসুখ সৃষ্টি করেছে, সে কথা বাহ্যবকে বুঝতে দেয় না। তাই শোষণের অবসান ঘটানোর জন্যে, মানবসৃষ্টির জন্যে অলৌকিক অর্থাৎ প্রাকৃতিক নিয়মবাহিত কোন কিছু ধারণা বাহ্যবের মন থেকে ছুঁ করা একান্তভাবেই প্রয়োজন। আর তা পারে বিজ্ঞান ও বিজ্ঞানী। তাই বিজ্ঞানীদের সন্মতের প্রতি একটা বিশেষ কর্তব্য আছে—তা হলো বাহ্যবকে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী অর্জনে সক্ষম করে তোলা। তাদের যোগানো হয় যে, মানব জীবনে এমন কোনও ঘটনা নেই, যা বিজ্ঞান ব্যাখ্যা করতে অক্ষম। অস্বীকার থেকে মানব-জন্মের জিন্মা-প্রক্রিয়া সব কিছুই বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা বেতরা সন্তব। অবশ্য এই কথা ঠিক যে, এমন কিছু ঘটনা আছে, বিজ্ঞান দ্বারা ব্যাখ্যা আজও দিতে পারে নি। কিন্তু তা থেকে আশঙ্কা তখনওই এই নিম্নোক্ত উপনীত হতে পারি না যে, বিজ্ঞানের পক্ষে তা ব্যাখ্যা করা সন্তব নয় বা বিজ্ঞান তা কোনও দিনই ব্যাখ্যা করতে পারবে না। এই ব্যাখ্যা না দিতে পারবার কারণ বিজ্ঞানের অক্ষমতা নয়। বর্তমানে যথেষ্ট তথ্য এবং তাত্ত্বিক ও কারিগরী জ্ঞানের অভাবই এর জন্যে দায়ী। কিন্তু এমন এক দিন নিশ্চয়ই আসবে, যে দিন এই সব ঘটনার উপযুক্ত

বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা পাওয়া যাবে। ইতিহাসই এই কথার বাস্তব প্রমাণ দিতে পারে। আশঙ্কা যেবে, কোন এক সুপের বৈজ্ঞানিকেরা যে সব জিনিষের ব্যাখ্যা তখন দিতে পারেন নি, উন্নততর তথ্য ও কারিগরী জ্ঞান নিয়ে পরবর্তী সুপের বৈজ্ঞানিকেরা তা দিতে পেরেছেন। বিজ্ঞানের ইতিহাসে এর অনেক নজীর পাওয়া যাবে। বাহ্যবকে এই কথা যোগানো দরকার যে, অলৌকিক কোনও শক্তি প্রাণের সৃষ্টি করে নি, প্রাণের সৃষ্টি হয়েছে জটিল রাসায়নিক ক্রিয়া-প্রক্রিয়ার সাহায্যেই। এই তথ্য আজ প্রমাণিত। বাহ্যবের মনও পদার্থ থেকে বিচ্ছিন্ন কিছু নয়। বাহ্যবের মন বস্তুজগতেরই প্রতিকলন। বস্তুজগতই বাহ্যবের মনকে প্রভাবিত করে মনোবৈজ্ঞানিক জন্ম দেয়—বাহ্যবের চিন্তা উন্নত হয়। উন্নত চিন্তা আবার বস্তুজগতকে প্রভাবিত করে। এভাবে মন ও পদার্থ একে অপরের পরিপূরক।

কোনও কিছুই চরম নয়—absolutism-এর ধারণা আজ অচল। বর্তমানে বিজ্ঞানীরা মনো প্রকৃতির সব কিছুই আপেক্ষিক। তাই ঈশ্বরই চরম—তিনিই সব কিছু, জীবজগৎ ও বস্তুজগতের স্রষ্টা—যেঁর এই মূল তত্ত্বও আজ আর চলেতে পারে না। সৃষ্টি বা বিনাশ বলে কিছু নেই, যা আছে তা স্থপাতর।

বৈজ্ঞানিকদের তাদের সামাজিক দায়িত্ব পালন করা একান্তই প্রয়োজন। তা না হলে সন্মতের উন্নতি হতে পারে না—বিশেষ করে ভারতের বর্তমান পরিস্থিতিতে। আর সন্মত যদি উন্নত না হয়, তবে বিজ্ঞানেরও উন্নতি হতে পারে না, কারণ সামাজিক অবস্থার প্রভাব বিজ্ঞানীদের উপরও পড়তে বাধ্য। বৈজ্ঞানিকেরা তাদের সামাজিক দায়িত্ব পালনে অগ্রসর হলে দেশের রাজনৈতিক অবস্থা সক্ষম উন্নতির পথে পাবেন বা। কারণ আমাদের দেশের বর্তমান অবস্থার বাহ্যবের বিজ্ঞানভিত্তিক দানদান্য পড়ে



ওঁচরার পথে প্রতিবন্ধকতা অনেক। বর্ষ, প্রাচীন ভারতের ঐতিহ্য, প্রাদেশিকতা প্রভৃতিকে ভিত্তি করে আবিষ্কার দেশে অনেক ছোট-বড় সংকীর্ণ যনোভাবাপন্ন রাজনৈতিক দল আছে—সব-সাধারণের উপর তাদের প্রভাব রয়েছে এবং এই সব দল জনতার বিজ্ঞানচেতনাকে উন্নত হতে সাহায্য তো করেই না বরং তার বিপরীতটাই করে। ভারতের বর্তমান অবস্থার আর একটি বারোয়ক প্রবণতা দেখা যাচ্ছে—তা হলো আধ্যাত্মবাদ ও বিজ্ঞানের সম্বন্ধ ঘটাবার প্রচেষ্টা। তাই নিজেদের সামাজিক দায়িত্ব পালনে অগ্রসর হতে হলে বিজ্ঞানীদের এই সব সবধে সজাগ থাকতে হবে। আর তাই তাঁরা রাজনীতি-বিমুখ থাকতে পারেন না। এই কথাটির বানে এই নয় যে, তাঁরা সকলে বিজ্ঞান-সাধনা ছেড়ে দিয়ে সক্রিয় রাজনীতিতে নেবে পড়বেন। তাঁরা শুধু রাজনৈতিক পরিস্থিতি বুঝে নেতৃত্ব তাঁদের সামাজিক দায়িত্ব পালন করে যাবেন।

ইতিহাস পর্যালোচনা করলে দেখা যায় যে, বিজ্ঞানের বিপ্লবের সঙ্গে সঙ্গে সমাজের অর্থ-নৈতিক কাঠামোরও আঙ্গুন পরিবর্তন হয়ে যায়। আর দেশের অর্থনৈতিক কাঠামোর পরিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে দেশের রাজনৈতিক অবস্থারও পরিবর্তন হয়। সুতরাং বিজ্ঞানের উন্নতির সঙ্গে দেশের রাজনৈতিক অবস্থা অকাঙ্ক্ষিতভাবে জড়িত। মধ্যযুগে ইউরোপের শিল্পবিপ্লব ঐ সময়ে বিজ্ঞানের অগ্রগতির ফল। শিল্পবিপ্লবের ফলে সামন্ততান্ত্রিক সমাজব্যবস্থা ভেঙে গড়ে ওঠে পুঁজিবাদী সমাজব্যবস্থা। বিজ্ঞানই আবার পাটতাবে দেখিয়ে দেয় পুঁজিবাদের সীমাবদ্ধতা এবং তার থেকে এক উন্নততর সমাজব্যবস্থার উন্নয়নের পথ। বিজ্ঞানের উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে পুঁজিবাদের বিকাশ ঘটে এবং তার ফলে সমাজে অর্থনৈতিক বৈষম্য বেড়ে ওঠে। অতএবে সমাজ এক সড়টজনক অবস্থার সম্মুখীন হয়।

সেই সড়ট থেকে মুক্তি পাবার পথ বিজ্ঞানই দেখায়। অতএব বিজ্ঞান শুধু বৈজ্ঞানিকের পরীক্ষাগারের মধ্যেই সীমাবদ্ধ নয়, তার বিস্তৃতি সমাজের সর্বক্ষেত্রে।

এই প্রশ্নকে সব চেয়ে আর একটি বিষয়ের উল্লেখ করা প্রয়োজন। আবিষ্কার দেশে বিজ্ঞান-শিক্ষার মূল উদ্দেশ্য হলো দেশের প্রয়োজনমত কারিগর, তাত্ত্বিক, ইঞ্জিনিয়ার প্রভৃতি তৈরি করা; ছাত্রদের বিজ্ঞানসচেতন করে তোলা নয়, তাদের মুক্তিবাদী মন গড়ে তোলা নয়, সংস্কারমূলক করা নয়। তাই রূপে গ্রহণের বৈজ্ঞানিক দাখ্যা-পড়বার পরেও সে মুক্তিমান করে গ্রহণ শেষ হবার পর। কলেজ, বসন্ত প্রভৃতি যোগের বৈজ্ঞানিক কারণ জানবার পরেও সীকা না নিয়ে দেবীর পূজা দেয়। এই কথা মনে রাখা বরকার যে, তথ্য বিশ্লেষণ করে মুক্তিপনত সিদ্ধান্তে উপনীত হতে না পারলে প্রকৃত শিক্ষা হয় না। তাই ছাত্রদের বিজ্ঞান-শিক্ষা এমনভাবে দেওয়া উচিত, যাতে তারা তথ্যকে বিশ্লেষণ করে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে শেখে। আবিষ্কার দেশে এই বিষয়ে মজাগ দৃষ্টি দেখার প্রয়োজন। ছাত্রদের তাদের নিজেকে আবেগপূর্ণের জিনিস ও সমস্তা নিয়ে চিন্তা করবার, নিজেকে পাঠ্যবিষয়ে মনুদন করে জ্ঞানবার উৎসাহ দেওয়া উচিত, কারণ বিজ্ঞান-সমাজভাবে চিন্তা করা মতক্ষণ বা মানসিক অত্যাগে পরিণত হয়, ততক্ষণ বিজ্ঞান-শিক্ষা সম্পূর্ণ হয় না। বিজ্ঞান-শিক্ষকদের এই বিবেক দৃষ্টি দেওয়া একান্তই প্রয়োজন।

যে সব বিজ্ঞানী সমাজের প্রগতি চান, তাঁদের দায়িত্ব অনেক বেশী। বিজ্ঞানের মন মন আবিষ্কারে বেদন তাঁদের আত্মনিয়োগ করতে হবে, তেমনই সমাজের বৈজ্ঞানিক চিন্তার বান উন্নত করতে সজেতে হতে হবে। কারণ যে কোন দেশের বৈজ্ঞানিক অগ্রগতি শুধু সেই দেশের বিজ্ঞানীদের বিজ্ঞান-সংবেদনার বান ও তার অগ্রগতির উপর



নির্ভর করে না—দেশের জনসাধারণের বিজ্ঞান সচেতনতার মানের উপর নির্ভর করে। তাছাড়া দেশের জনসাধারণকে অল্প সংখ্যার হাত থেকে মুক্ত করে তাদের সুকৃতিবাদী করে তুলতে না পারলে

দেশের স্বাধীনব্যবহার বাহিত পরিবর্তন সম্ভব নয়। আর এই বাহিত পরিবর্তন ছাড়া বিজ্ঞানের অসীম দান সামগ্রিকভাবে জনস্বার্থে ব্যবহৃত হতে পারবে না; কলে বিজ্ঞান-সাধনা হবে ব্যর্থ।

## পারমাণবিক তাপচুম্বী

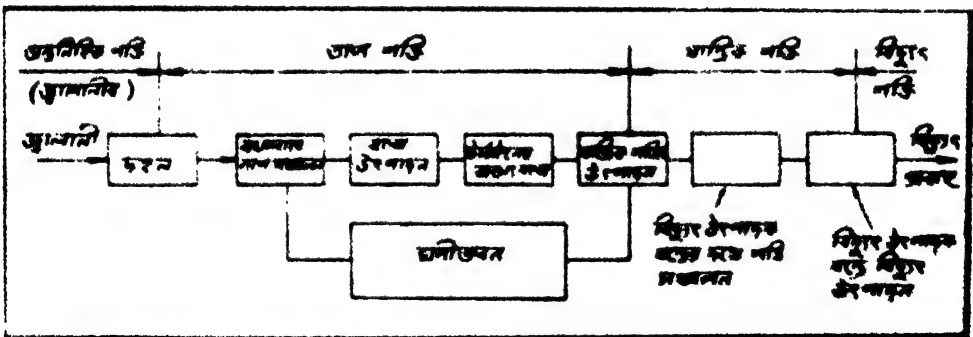
### বেবেলবিজ্ঞান ও

পরমাণুকণিক থেকে বিদ্যুৎ উৎপাদনের কাজ আখ্যাতের দেশে ইতিমধ্যে শুরু হয়েছে। তারা-পুরে এর শুরু হলো। রাণা প্রতাপসিংহ আর কলপকরের মাঝে আজকাল অপরিচিত নয়।

অল-বিদ্যুৎ উৎপাদনের সময় অলের শক্তিতে টার্বাইন ঘোরে; তাপ-বিদ্যুতের ক্ষেত্রে বাষ্পের

(Nuclear fission) কাজে লাগানো হয়। (1নং চিত্র দেখা)।

পরমাণুকণিক থেকে তাপ কষ্ট কি করে হয়? হয় পরমাণুর কেন্দ্রীয় বিভাগের দ্বারা। কেন্দ্রীকে নিউট্রন কণিকার দ্বারা আঘাত করলে সেটা বিভক্ত হয় এবং অংশগুলি প্রচণ্ড শক্তিতে



1নং চিত্র

শক্তির রূপান্তর ও বিদ্যুৎ উৎপাদন।

শক্তিতে। বাষ্প পাওয়া যায় অল সুকৃতিয়ে। অল কোটাচার ভেঙে প্রয়োজন করা বা তেল। পরমাণুকণিক থেকে বিদ্যুৎ উৎপাদনের কাজ সবই একরকম; তবুও তু এইটুকু যে, এটি করণা বা তেল ব্যবহার না করে কয়েক ঘণ্টার ঘোলের (Element) কেন্দ্রীয় বিভাগকে

বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। এই সব কণিকার গতিশক্তি তাপশক্তিতে এবং পরে তা বিদ্যুৎ-শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। তু তাই নয়, প্রতিটি কেন্দ্রীয় বিভাগের কণে বাহতি 2/3ই নিউট্রনের বহি হয়। সেগুলি অল্প কেন্দ্রীয় বিদ্যুৎ করে এবং ই হিসাবেই বাহতি নিউট্রন বহি করে। এই-



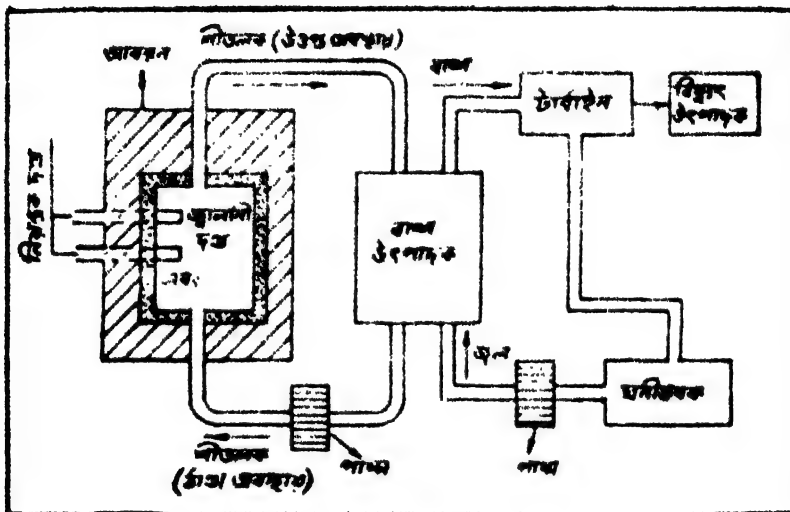
ভাবে প্রতিক্রিয়া ছড়াতে থাকে। বস্তু বেশী কেম্পন বিকীর্ণ হবে, তত বেশী তাপ বৃদ্ধি হবে।

পতি উৎপাদনের ক্ষেত্রে পরমাণুর কেম্পনকে আলানী হিসাবে ব্যবহার করা যায় যে ব্যবস্থা, তাকে ব্যবস্থা রিফ্লেক্টর বা সাধারণভাবে পারমাণবিক তাপচুল্লী বলাতে পারি। তবে এই চুল্লী সাধারণ চুল্লী নয়। এর অপসারণতা বা বৈশিষ্ট্য নিয়ে সংক্ষেপে আলোচনা করাই হলো এই প্রবন্ধের উদ্দেশ্য।

করবার সুযোগ দেয়; (৬) তেজস্বিতা নিম্নোক্ত ব্যবস্থা। (২নং চিত্র দ্রষ্টব্য)।

### আলানী

পারমাণবিক আলানী হলো সেই মৌল, যার কেম্পন নিউট্রন কণিকার দ্বারা বিভাজিত হয়। মৌলের যে সব সমস্থানিক (Isotope) আলানী হিসাবে ব্যবহৃত হয়, সেগুলি হলো



২নং চিত্র  
পারমাণবিক তাপচুল্লীর বিভিন্ন অংশ।

তাপচুল্লীর বিভিন্ন অংশ হলো : (ক) আলানী— ইউরেনিয়াম-২৩৫, ইউরেনিয়াম-২৩৩, প্লুটোনিয়াম-২৩৯। তাছাড়া যে সব মৌলকে সম্ভাব্য আলানী (Fertile) হিসেবে গণ্য করা যায়— অর্থাৎ যেগুলি আদিত্তে আলানী না হলেও নিউট্রন প্রতিক্রিয়ার ফলে পোষিতর ঘটবে আলানীতে (Fissile material) পরিণত হয়, তা হলো ইউরেনিয়াম-২৩৮ (যা পরে ইচ্ছায প্লুটোনিয়াম-২৩৯-এ) এবং থোরিয়াম-২৩২ (পরে ইউরেনিয়াম-২৩৩)।

আলানীর মধ্যে একবার ইউরেনিয়াম-২৩৫ বাজারিক অবস্থার পাওয়া যায়। বাজারিক



ইউরেনিয়ামের আর সবটাই ইউরেনিয়াম-238, ইউরেনিয়াম-235-এর পরিমাণ মাত্র 0.7%। জালানীতে ইউরেনিয়াম-235-এর পরিমাণ বহু বাড়ানো যায়, জালানী হিসাবে ততটুকু সেটা কার্যকর এবং পরিমাণও তখন কম লাগে।

কি ভাবে, কি আকারে এই জালানী ব্যবহার করা হবে, তা নির্ভর করে নানা অবস্থার উপর। অধিকাংশ চুল্লীতেই কঠিন জালানী ব্যবহার করা হয়—ইউরেনিয়াম, ইউরেনিয়াম অক্সাইড বা ইউরেনিয়াম কার্বাইড হিসাবে পাত্ বা দণ্ডে পরিণত করে। জল, বাতাস ও রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া থেকে জালানীকে রক্ষা করার জন্তে বাতাস আবরণের ব্যবস্থা আছে। কেন্দ্রীয় বিতাজনের কলে যে সব অজ্ঞাত পদার্থের সন্নিবিষ্ট হয়, সেগুলিও বাইরে হুড়াতে পারে না এই আবরণের জন্তে।

কোন কোন তাপচুল্লীতে তলে জালানীর ব্যবস্থা আছে—জলে দ্রবীভূত ইউরেনিয়াম লবণ, অল্প লবণের সঙ্গে তরল অবস্থার ইউরেনিয়াম লবণ বা অল্প কোন তরল সত্তর (Liquid alloy) হিসাবে।

ঘোটা ঘোটা জালানী দণ্ডের পরিবর্তে সরু সরু দণ্ড বা পাত্ ব্যবহার করলে তাল কল পাওয়া যায়—অল্প ইউরেনিয়াম-235-এর পরিমাণ বহু বেশী রাখা যায় ততই তাল। সরু হলে নিউট্রন প্রতিক্রিয়ার জন্তে পরিসর বেশী পাওয়া যায়। কিন্তু বেশী সরু হলে আবার তুলির বাতাস আবরণের জন্তে খরচও বাড়ে। নিউট্রনও বেশ কিছু নষ্ট হয়। কারণ সব আবরণই কিছু কিছু নিউট্রন শোষণ করে।

জালানীর আচ্ছাদক বা আবরণ হিসাবে ব্যবহার করার আগে দেখতে হবে বহুটি কর্ম-বিধারক ও উচ্চতাপ সহনকর কি না। তাছাড়া নিউট্রন বহু কম শোষণ করে, ততই তাল। সেই সঙ্গে আছে আর্থিক দৃষ্ট্য। এসব দিকে

লক্ষ রেখে যেসব পদার্থ আবরণ তৈরির কাজে লাগে, তা হলো অ্যান্টিমনিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, জারকোনিয়াম (বা তার সত্তর) এবং নিওপ ইল্মাত। জারকোনিয়ামের সত্তর zircaloy আচ্ছাদক হিসাবে খুবই উপযোগী—তবে ব্যয়-বহুল। লবণসম্পন্ন না হলেও এবং নিউট্রন কিছু শোষণ করলেও করলেও নিদাণ ইল্মাতে খরচ অনেক কম। অনেক চুল্লীতে ম্যাগনক্স (Magnox) নামে ম্যাগনেসিয়াম সত্তর ব্যবহার করা হয়।

তেজস্ক্রিয়তাক্রান্ত কর্মকর্তি ছাড়াও অজ্ঞাত নামা কারণে জালানীর পরিমাণ আঁতে আঁড়ে করে। আবার বিতাজনযুক্ত পদার্থগুলি বেশী পরিমাণে নিউট্রন শোষণ করে আসল জালানীত কর্মক্ষমতা অনেক কমিয়ে দেয়। এসব থেকে অব্যাহতি পেতে হলে কঠিন জালানীর চেয়ে তরল জালানী ভাল। চুল্লীর কাজ একদম বন্ধ না করে জালানীর কিছুটা অংশ পরিভ্রম করে সেটা আবার চুল্লীতে প্রবেশ করিয়ে বাকী অংশটাও শোষণ করা যায়। তাছাড়া এতে দণ্ড বা পাতের প্রয়োজন নেই, নেই বাতাস আবরণেরও।

### সংঘটক ও প্রতিক্রিয়ক

একটা সীমাবদ্ধ মঞ্চ পরিসরে অনেকগুলি গোলক রেখে একটাকে ধাক্কা দেওয়া হলো। সেটা অল্প গোলকে লাগলে পতিবেগ কিছুটা করে, পথও পরিবর্তিত হয়। কলে আশেপাশের অল্প গোলকের সঙ্গে ধাক্কা খাবার সম্ভাবনা বাড়ে। গোলকটিকে যদি খুব জোরে ধাক্কা দেওয়া হয়, তবে হয় সেটা একদম সোজা যেড়িয়ে বাবে, নরতো এক-আবটা গোলকে ধাক্কা বাবে। পরমাপুর কেন্দ্রীয় বিতাজনের কেন্দ্রেও তাই। এখন যে নিউট্রন কেন্দ্রীয়ে আঘাত করে বিতাজন ঘটায়, তার কলে ২ থেকে 3টি নিউট্রন বন্টি হয়। ঐগুলি অল্পদণ্ড তরুর (Mass) অল্প কেন্দ্রীয়ে আঘাত করলে পতিপথ ও বেগ-



পরিবাহিত ও প্রাপ্তি হয়। বড় বেশী তা হয়, তত বেশী অল্প কেম্বীনে আঘাত করার সুযোগ ঘটে। পারমাণবিক তাপমূত্রীতে মডারেটর (Moderator) ও প্রতিফলকের (Reflector) কাজ অনেকটা এক রকম—বড়টা পারা বার নিউট্রনের সত্যবহার। প্রতিফলকে বাক্য ধরে নিউট্রনগুলি আলানী কেন্দ্রের দিকে ফিরে আসে, কলে কেম্বীনে বাক্য ধারার সুযোগ থাকে।

মডারেটর হিসাবে ব্যবহার করতে হলে যে তর বাক্য দরকার—তা হলো কম পারমাণবিক ভরন বা ভরসংখ্যা (Mass no.) এবং কম নিউট্রন শোষণ-ক্ষমতা। জল, ভারী জল (Heavy water), বেরিলিয়াম (Beryllium) বা তার অক্সাইড, অকার বা গ্রাফাইট—এগুলিকে সাধারণতঃ মডারেটর হিসাবে ব্যবহার করা হয়। এদের মধ্যে ভারী জলই সবচেয়ে উপযোগী; তবে এর খরচ বেশী। উপযোগিতার দিগারে সেট অবত পোণ। বেরিলিয়াম ও তার অক্সাইডও ভাল নিরূপক; এদের তাপ সত্ত করার ক্ষমতা খুব বেশী। কিন্তু এরা তদুৎ বতাবেহর, বাতু হিসাবেও মহার্ব। তদুৎ হবার দক্ষণ পাত্ বা দণ্ডে পরিণত করাও অসমসাধ্য। তাহাড়া খুব উত্তপ্ত অবস্থার জল ও বাতাসের সঙ্গে প্রতিক্রিয়া ঘটে।

বেরিলিয়ামের জুলনার তপগত উৎকণ কিছু কম হলেও অনেক মূত্রীতে গ্রাফাইট ব্যবহার করা হয়। এর খরচ কম, উত্তাপের কলে উৎকণ থাকে। যে সব মূত্রীর তাপমাত্রা খুব বেশী, সেখানে গ্রাফাইট খুব কার্যকর।

### নিয়ন্ত্রণ দণ্ড

পৃথক-প্রতিক্রিয়া একবার শুরু হলে সেটা কমে হুড়িয়ে পড়তে থাকে; শক্তি তথা তাপও বেশী করে পাওয়া যায়। সেই তাপকে ঠিকমত পরিবাহিত না করতে পারলে সমুদ্বিনয়। উত্তাপের কলে আলানী দণ্ডগুলি পর্যন্ত পলে বেতে

পারে। কোন কারণে যদি পাশ্চি ব্যাণ্ডন হয়, তবে শীতলক (Coolant) ঠিকমত স্ফাতিত না হওয়ার তাপ অল্পত পরিবাহিত হতে পারে না। সে অবস্থার মূত্রীকে নিয়ন্ত্রণে রাখা হবে সবচেয়ে বড় কাজ।

মূত্রীর কাজকর্ম প্রধামতঃ দুটি ভিন্নিহের উপর নির্ভরশীল—নিউট্রনের প্রোত ও আলানীর কেম্বীন সংখ্যা। প্রথমটাকে অনায়াসে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। আলানী কেন্দ্রে যদি এমন কোন পদার্থ প্রবেশ করানো যায়, যা বেশী ব্যাণ্ডার নিউট্রন শোষণে সক্ষম, তবে মূত্রীর কাজ আশমা থেকেই কমে যা বড় হয়ে যাবে। বেশী কালি পড়ে গেলে রুটিং পেপার দিয়ে যেমন তা শোধন করা হয়, বেশী নিউট্রন ক্রিয়া সত্ত হলেও নিয়ন্ত্রণ দণ্ড (Control rod) দিয়ে তেমনি নিউট্রন শোষণের ব্যবস্থা করা হয়। বোরস, ক্যাডমিয়াম, হাফনিয়াম প্রভৃতি নিয়ন্ত্রণ দণ্ডের আকারে আলানী কেন্দ্রে প্রবেশ করানো হয় প্রয়োজন বোধে।

### শীতলক

শীতলকের (Coolant) কাজ হলো মূত্রীর তাপকে পরিবাহিত করে তার দ্বারা জলকে বাষ্পে পরিণত করা। এই বাষ্পের শক্তিতেই টার্বাইন ঘোরে।

আদর্শ শীতলকের নাম করা সহজ নয়। পরিমিত ও প্রকৃতি বিবেচনা করে এক এক ধরনের শীতলকের এক এক ধরনের উপযোগিতা।

শীতলক চার ধরনের: (ক) সাধারণ বা ভারী জল; (খ) দ্রবীভূত বাতু, (গ) জৈব তরল পদার্থ (হাইড্রোকার্বন) এবং (ঘ) বায়বীয় পদার্থ।

তাপনিঃসরণ ও পরিবহন ধর্মের বিচারে সব ধরনের জলই ভাল শীতলক। তাহাড়া এদের মডারেটর (Moderator) হিসাবেও ব্যবহার করা যায়। তবে তাপমাত্রা বেশী হলে বেশী তাপেরও



এয়োজন—নইলে জল ফুটতে শুরু করবে। আবার তাপের সঙ্গে বেশী তাপ হলে জলের ত্রাণকতা বেড়ে যায়; অনেক কিছুই তখন জলে দ্রবণীয়। তাই জালানী দগের ব্যবহার এমন হওয়া উচিত যে, ঐ অবস্থাতেও জলে তা অবিকৃত থাকে। নির্দোষ ইম্পাত বা তারকোনিয়াবের লক্ষ্য এই অবস্থার ব্যবহার করা চলতে পারে।

যে সব চুল্লীতে তাপের পরিমাপ বেশী, সেখানে সোডিয়াম ব্যবহার খুবই উপযুক্ত (পলিত অবস্থার)। একেবারে তাপ বেশী হলেও বেশী তাপের এয়োজন হয় না; তাপ পরিবহন কনতাক এর ব্যবহৃত। অস্থিবিধা শুধু এই যে, জল বা বাতাসের সঙ্গে এর প্রতিক্রিয়া ঘটে আর এই বাতাসকে পলিত অবস্থার দ্বাৰাতে হলে ব্যবহারই বেশী তাপের এয়োজন। তাছাড়া কিছু কিছু নিউট্রন শোষণ করে তেজস্ক্রিয় পরমাণবিক সোডিয়াম-24 সৃষ্টি হয়।

এমন এক ধরনের শীতলকের সন্ধান পাওয়া গেছে, যার মর্ম সোডিয়াম ও জলের দ্বাৰা দ্বারা। এটা এক ধরনের জৈব যৌগিক (Organic compound), নাম পলিকিনাইল। তবে এর তাপ-পরিবহন কনতা সোডিয়ামের চেয়ে কম।

যে সব দারবীর পদার্থ শীতলক হিসাবে ব্যবহৃত হয়, তাদের মধ্যে কাবিন ডাই-অক্সাইড উল্লেখযোগ্য। জাল ও চুল্লীর অনেক বড় বড় তাপচুল্লীতে এর ব্যবহার হয়।

### তেজস্ক্রিয়তা-নিরোধক ব্যবস্থা

পারমাণবিক তাপচুল্লী থেকে নানা ধরনের বিকিরণ শুরু হয়। এগুলি জীবদেহের পক্ষে খুব ক্ষতিকর। এই তেজস্ক্রিয়তা বাতে বাইরে ছড়িয়ে পড়তে না পারে, তার জেতে এয়োজনীয় রক্ষা কনতেন ব্যবস্থা আছে। এই নিরোধক ব্যবস্থা স্থাপনকর। একটা হলো জালানী ওতগুলি একতরু ঘিরে করে এক ইকি পুজ লোহা বা ইম্পাতের চাবরের আবরণ। দ্বিতীয়টা হলো সাতা চুল্লীটা ঘিরে

বাইরের চাবরণে করে এক ফুট চওড়া কংক্রীটের আবরণ। এমন আবরণটা পাওয়া যায় শোষণ করে। পূর্ণ নিরাপত্তার জেতে দ্বিতীয় আবরণ। এটা নিউট্রন, গামা রশ্মি সবই শোষণ করে।

### জালানীর সম্ভাব্যতার

পারমাণবিক শক্তি উৎপাদনের আসল সম্ভাব্যতা হলো জালানী এবং তার সম্ভাব্যতার। ইউরেনিয়াম-235 হলো সব ধরনের পারমাণবিক জালানী উৎপাদনের আসল চাবিকাঠি। এটি প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। বাতাবিক ইউরেনিয়ামের 141 তাপের মধ্যে জালানী (অর্থাৎ ইউরেনিয়াম-235) মাত্র 1 ভাগ। অর্থাৎ একভাগ জালানীর সঙ্গে 140 ভাগ অজালানী; এ এক দারাস্থক অপচয়। তাই সব পারমাণবিক তাপচুল্লীর লক্ষ্য হলো জালানী ব্যবহারের সঙ্গে সঙ্গে অল্প জালানীর উৎপাদন।

ইউরেনিয়াম-235 কেন্দ্রীয় বিভাজনের কলে যে সব বাড়তি নিউট্রন পাওয়া যায়, তার অনেকটাই শোষণ করে ইউরেনিয়াম-238। নিউট্রন প্রতিক্রিয়ার সাহায্যে এটি পরিণত হয় প্লুটোনিয়াম-239-এ।

অস্থবর্তাবে থোরিয়াম 232 পরিণত হয় ইউরেনিয়াম-233 এ। বলা বাহুল্য, শেষের দুটি হলো জালানী।

প্রকৃতিতে পাওয়া ইউরেনিয়াম-235 নতুন করে পুনরুদ্ধার করা যায় না। একদিন না একদিন এই জালানীর শেষ হবে। তাই পরমাণুশক্তি সম্বন্ধীয় কর্মসূচীকে বাচিয়ে রাখতে হলে শেষ থাকতেই আসাচের অল্প জালানীর দিকে দন দিতে হবে। তাই এমন তাপচুল্লী নির্মাণের ব্যবস্থা হয়েছে, বাতে শুরুতে কিছু জালানী দিয়ে কাজ শুরু কনলেও পরে শক্তি উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে অল্প ধরনের পারমাণবিক জালানী তৈরি হয় বেশী। এদের ক্রম উৎপাদক তাপচুল্লী (Fast Breeder Reactor)। আসাচের শেষের পারমাণবিক শক্তিসংক্রান্ত দনসাদা কর্মসূচীতে এটি অতদুর্ভ।



# লৌহ

## মহীন্দ্রনাথ দাস

এই অঙ্গতে মৌলিক পর্যায়ের মধ্যে বাষ্পকৃত্য লৌহের স্থান চতুর্থ এবং বাতুর মধ্যে দ্বিতীয়। পৃথিবীর বহির্ভাগস্থ বাটি ও পানরের উপাদান পতকতা চার ভাগ লৌহ। বাহ্যিক ও মৌলিক কৃত্তিকার বর্ণবৈচিত্র্যের কারণ লৌহের উপস্থিতি, লৌহের অত্যন্ত বস্তুর ও লাল। পানের পাতা সবুজ। বানবস্তুরে ০০৪% অংশ লৌহ আছে। প্রত্যয়ন ও তাম্রদুগের পর লৌহদুগের আবির্ভাব, বিপুল সাড়ে তিন হাজার বছর ধরে বাতুর লৌহের ব্যবহারে অতিজ্ঞতা ও পারদর্শিতা লাভ করেছে। বর্তমান যুগের বৈজ্ঞানিক সভ্যতার লৌহের স্থান পুনই উজ্জ্বল। সব বাতুর মধ্যে লৌহই শ্রেষ্ঠ। অস্ত্রশস্ত্র, যন্ত্রপাতি ও কলকতা এবং বানবাহন নির্মাণে লৌহের কৃষিকা বিশিষ্টতাব্যক্ত। অজ্ঞাত নব বাতুর চেয়ে লৌহের উৎপাদন দশগুণ বেশী।

হরকো লক বছর আগে উত্তরবাসী আদিবাসন চক্রবাকি পানরের উপর গভীরবর্তিত লৌহ বনিক বর্ণবাকিক চক্র প্রববে আশ্রয় আনিয়- ছিল। প্রাচীন কালের আদিবাসন প্রবাসনতঃ এখনে বহানুত থেকে আগত উত্তর নিকেলবৃত্ত লৌহ কালে লাগার। সার ত্রিভাগ পেট, বৃষ্টপূর্ব ৩৪০০ বছর আগেকার মৌলোপলের সঙ্গে পাওয়া এই বস্তুর লৌহনির্মিত পুষ্টির মালা ইন্ডিন্টের কোন সমাবিস্তার থেকে সংগ্রহ করেন। বৃষ্টের অস্ত্রের ২৯০০ বছর পূর্বকার লৌহনির্মিত যন্ত্রপাতি যিশরের চিত্রপ্ৰমাণে পাওয়া গেছে। বৃষ্টপূর্ব ১৩৫০ বছর আগেকার হুতান-বাহনের কবরে লৌহনির্মিত ছোঁতা দেখা গেছে। উত্তর সিরিয়ার এক জায়গা বৃষ্টে আর ৪৭০০

বছর পূর্বকার লৌহনির্মিত বস্ত্রসামগ্রী বের করা হয়েছে। ইরাকের অন্তর্গত বোরনাবাদ খনন করে সম্রাট সারগণের (বৃষ্টপূর্ব ৭২২-৭০৫) রাজত্বকালে সঞ্চিত আর ১৫০ টন লৌহ-পুথন, যন্ত্রপাতি, বস্ত্র ইত্যাদি উদ্ধার করা হয়েছে। প্রাচীন যুগে এশিয়া মাইনরের অবিবাসী হিটাইটরা (বৃষ্টপূর্ব ১৪০০) লৌহ নিষ্কাশনবিভার বিশেষ নিপুণ হয়ে উঠেছিল।

চার হাজার বছর পূর্বে চিত্রিত বিশ্বযুগের আদি এই যুগে লৌহ ও অগ্নি নকট অম্বক স্থানে পাওয়া যায়। এই অগ্নি যানে লৌহ। অজ্ঞাত সংস্কৃত পুষ্টিপুষ্টি অগ্নির (Pig iron) কালারস, তীক্ষ্ণ লৌহ (Steel) ও কঠিন লৌহ (Wrought iron) ইত্যাদি নানাবিধ লৌহ বাতুর উদ্ভব আছে। বৌদ্ধ আর জাতকে ইন্দ্রাভের উদ্ভব দেখা যায়। এখানে বৃষ্টপূর্ব বট ও সপ্তম শতাব্দীর সমাবিস্তার বনন করে ইন্দ্রাভের নিবর্ধন আবিষ্কৃত হয়েছে। তক্ষশিলার অন্তর্ভুক্তি তিরস্করণ বনন করে যে লৌহসামগ্রী পাওয়া গিয়েছিল, তার অংশ মার্শালের মতে সেগুলি অন্ততঃ আড়াই হাজার বছর আগেকার। সাম্রাজ্যিক কালে উত্তর প্রদেশের উট্টাওয়া জেলার অন্তর্গত আত্মজি-বেয়ার ঐক্য আর একটি যুগ বৃষ্টে অগ্ন্যাপক লৌহ চিত্রিত যুগের পাণ্ডা ও লৌহ পর্যায়ের সঙ্গে কিছু লৌহনির্মিত জিনিস আবিষ্কার করেন। যেতিও-কার্ভন-তাপনিষ্কাশন পদ্ধতিতে পলীকা করে এই লৌহনির্মিত বস্ত্রাদি বীজবটের অস্ত্রের ১০০০ থেকে ১১০০ বছর পূর্বকার বলে নিঃসন্দেহ প্রমাণিত হয়েছে। বৃষ্টপূর্ব চতুর্থ শতকে ভারত



বিজয়ের পর আনেকজাতার পাখাঘের হাজাদের কাছ থেকে 30 পাউণ্ড উৎকৃষ্ট ভারতীয় ইন্দ্রাণ্ড, উপহারস্বরূপ গ্রহণ করেন। অতীত কালে ভারতের ইন্দ্রাণ্ড উৎকৃষ্ট নামে দামাফাসে রপ্তানী হতো আর সেই দেনে তাৎকে জীকবার ভারবাহী নির্মাণ করা হতো। এখন কুমারগুপ্ত তাঁর নিজস্ব মৃত্তি রক্ষার জন্যে পুঁঠা পক্ষ পতাকীতে দিল্লীতে যে 24 ফুট উঁচু ও 6 টন ভারী বিরাট লৌহস্তম্ভ স্থাপন করেন, তা আজও দোকের মনে বিশ্বাস উৎপাদন করে। আশ্চর্যের বিষয় দেখে হাজার বছর পরেও অনেক স্তম্ভবৃত্তি সত্ত্বেও এই মস্তম্ভ স্তম্ভগাত্রে কোনরকম মৃত্তি পড়ে নি বা মাগ হয়ে নি। আবু পর্যন্ত ও বারায় প্রাচীন যুগের অজ্ঞাত বড় বড় লৌহস্তম্ভ এখনও বিস্তারিত। কোপারকের মন্দিরের ছাদে সাত-শ' বছর আগেকার তৈরি লৌহনির্মিত কড়ি এখনও অক্ষত আছে।

যুঁটের জন্মের হাজার বছর পূর্বে নির্মিত গ্রীক কবি হোমারের কাব্যে লৌহ ও ইন্দ্রাণ্ডের কথা পাওয়া যায়, কিন্তু তাঁর সময় সচরাচর বোঝার পিতলের তরোয়াল ও বর্শা নিয়ে লড়াই করতো। পুরাকালে লৌহের প্রতীক চিহ্ন ছিল মণদেবতা মন্ডলের ঢাল ও বর্শা। আর আড়াই হাজার বছর আগে মেল্টিক অভিযানকারীরা সম্ভবতঃ যুঁটেন লৌহনির্মিতের প্রবর্তন করে। ইন্দ্রাণ্ডে উইকেটের নির্মাণ হাজার বছরের কারুকার্যবচিত পুরনো একটি লৌহনির্মিত পর্দা (Grille) আছে। চীনদেশের আর হাজার বছর পূর্বেকার লৌহার বটী এবং চার-শ' বছর আগেকার লৌহনির্মিত বোমিসফের একটি মৃত্তি এই প্রসঙ্গে উল্লেখযোগ্য। প্যারিসের জুজেন্সি চার্চ মন্দিরভায়ে প্রায়শ পতাকীতে নির্মিত স্থলপাত্যাক লৌহবহন্য এখনও অক্ষত রয়েছে। গ্রীসদেশে যুঁটপূর্ব বর্ষ পতাকীতে লৌহনির্মিত চিবটা, ক্রান্ত ও দুর্গাবত (Lathe) ছিল। কাটি বাইজানটাইনদের

(400 থেকে 1400 খ্রীস্টাব্দ) আবিষ্কার, হু বহা-যুগের জিনিষ। বহিষ্কৃত পদার্থ থেকে লৌহ নিষ্কাশনের জন্যে বাত্যা-চুর্নী ব্যবহার আর্কিবীতে আরম্ভ হয় 1350 সাল থেকে এবং যুঁটেনে শুরু হয় 1500 খ্রীস্টাব্দ থেকে। জল-বায়ুর প্রভাবে লৌহই লৌহনির্মিত জিনিষে মৃত্তি হয়ে যায়। সে জন্যে পুরাকালের অধিকাংশ লৌহনির্মিত দ্রব্য-সামগ্রী মিলেই হয়ে গেছে।

প্রাচীন গ্রীক কার্পনিক আর্কিটেলের মতে, পৃথিবীতে প্রথমে লৌহদ্রব্য প্রচলিত হয়েছিল। রোমান সেনাপতি জুলিয়াস সিজারের নির্মিত বিবরণ থেকে জানা যায় যে, যুঁটপূর্ব প্রথম পতাকীতে যুঁটেনে নির্মিত ওজনের লৌহস্তম্ভ স্থাপনে ব্যবহৃত হতো।

আমেরিকার পক্ষপন পতাকীতে কলম্বাসের আগমনের পর লৌহের ব্যবহার আরম্ভ হয়। অট্টোম্যান সম্রাট পতাকীতে ইউরোপীয়দের উপস্থিতির পর লৌহযুগের মনো হয়।

সাধারণতঃ বিত্ত লৌহ কদাচিৎ আত্মিক ব্যবহার পাওয়া যায়। অধিকাংশ ক্ষেত্রে অকার, অজিন্দন, জল বা গন্ধকের সঙ্গে মিশ্রিত লৌহ বহিষ্কৃত ব্যবহার করে। কেবল আকাশ থেকে পড়া উচ্চাৎ প্রায়ই বিত্ত লৌহ, তবে তাতে অল্প-বাল্যমিকেল থাকে। পৃথিবীর মধ্যে অজ্ঞতম বৃহত্তম উচ্চাৎ রক্তিম-পশ্চিম আফ্রিকার এন্টকটিনে আছে। এর ওজন প্রায় 50 টন, এটি 10 ফুট লম্বা, 9 ফুট চওড়া, 3 ফুট ঘোটা। এতে পাঁচ ভাগ লৌহ ও এক ভাগ মিকেল রয়েছে। উত্তর বেল আবিষ্কারক কনাতার গিয়ারী 1897 সালে গ্রীনল্যান্ডের নিকটবর্তী কোন দ্বীপ থেকে 36½ টন ভারী লৌহ-মিকেলের একটি বিরাট উচ্চাৎ সঙ্গে করে নিয়ে এসেছিলেন—এটি 11 ফুট দীর্ঘ, 7 ফুট চওড়া ও 5 ফুট ঘোটা—এখন মিউ ইংল্যান্ডে রক্ষিত আছে। স্থলপাত্যবের ভীর্ণদ্বান কাবা মন্দিরে যে হয় ইতি পদ্ধিবিদ



কালো প্রভাব আছে, সেটিও একটি উদ্ভাবণ বলে অনেক অনুমান করেন। বোপল সম্রাট জাহাঙ্গীর নিজের আত্মজীবনীতে লিখে গেছেন যে, এরপ আকাশ থেকে পড়া একটি উদ্ভাবিত পানির তিনি একটি তলোয়ার তৈয়ার করিয়েছিলেন।

লৌহের প্রধান বস্তু হিমাটাইট, ম্যাগনেটাইট, লিমোনাইট ও সাইডেরাইট। হিমাটাইটের রং লুকাভ লাল, আপেক্ষিক গুরুত্ব ৫, কাঠিল ৫ থেকে ৬, রাসায়নিক উপাদান লৌহ অক্সাইড  $Fe_2O_3$  এবং এতে পতকরা ৭০ ভাগ লৌহ থাকে। গোল গোল গুটির আকার হলে একে বুদ্ধ-বসিদ্ধ (কিডনি ওয়) বলা হয়। কখনও কখনও বাহ্যের ভিষের মত গুটিকাকার হিমাটাইটও দেখা যায়। কুলের পানড়ির মত হিমাটাইটের নাম লৌহ পোলাপ। ম্যাগনেটাইটের সংস্কৃত নাম অরকাস এবং এই লৌহখিলা লৌহক গুণসম্পন্ন। সে জন্মে এর আর এক নাম লোড ষ্টোন। কোন কোন ম্যাগনেটাইটের চৌম্বক শক্তি এত প্রবল যে, এর কাছে লৌহচূর্ণ রাখলে ওতে আটকে যায়। এরকম এক টুকরা ম্যাগনেটাইট হুতা বেঁধে সূনিরে দিলে উত্তর-দক্ষিণ দিকে অবস্থান করে। চতুর্দশ পতক থেকে সমুদ্রে দিক নির্ণয়ের জন্যে কম্পাসের প্রবর্তন হয়। এখন এখন এই উদ্দেশ্যে কাঠির সঙ্গে ম্যাগনেটাইট জুড়ে অলপূর্ণ পাত্রে তালানো হতো। গুটির রবেন বজ্রবলার বলেন, প্রাচীন ভারতে নাসরপারী জাহাজে দিক ঠিক করার জন্যে এই রকম 'বস্তুতথ্যের' ব্যবহার ছিল। আকরিক ম্যাগনেটাইট নীলাভ কালো অটপার্শ। এর রাসায়নিক উপাদান লৌহ ও অক্সিজেন  $Fe_3O_4$ , সে জন্মে লুকাভের বাতা সজোরে আকৃষ্ট হয়। এই বস্তুতে ৭২% লৌহ আছে। ম্যাগনেটাইটজাতীয় লৌহ সবচেয়ে ও হাইড্রেনে প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। অরকাস আকরের জন্যে ইউরান অকলে এক অংশের

নাম ম্যাগনেট ম্যাট্টের বা চুবক পাহাড়। আমেরিকার হুজরাটের অর্জিত আকরিকান গ্রন্থের এক জায়গায় নাম চুবক উপনাম (ম্যাগনেট কন্ট)। ভারতবর্ষে বিহার, উড়িষ্যা, মধ্যপ্রদেশ ও মহীশূর এবং বাহাজে হিমাটাইট ও ম্যাগনেটাইটের বৃদ্ধি আছে। আমেরিকার হুজরাটে লোক জনিরির অকলে হিমাটাইটের খনিজ জাগার রয়েছে। চাশিয়ার ইউকেন এখানে হিমাটাইটের বড় খনি আছে। ক্রান্তির অর্জিত লোহের অকলের হিমাটাইট আকরও উল্লেখযোগ্য। লিমোনাইট বা পেরিমাইট রং হলুদে, রাসায়নিক উপাদান ফেরিক হাইড্রক্সাইড, আপেক্ষিক গুরুত্ব ৩.৫, কাঠিল ১ থেকে ৫, এতে ৬০% লৌহ আছে। সাইডেরাইট—রং বাদামী বা ধূসর, কাঠিল ১, আপেক্ষিক গুরুত্ব ৩.৪, এটির ৪৪% লৌহ। রাসায়নিক উপাদান  $FeCO_3$ , লৌহ কার্বনেট সাইডেরাইট হুজালোর উৎস ষাঁকতাব লক্ষ্যীয়। কখনও কখনও জলাভূমিতে লৌহ কার্বনেট অক্সিজেন অবস্থায় থাকে এবং এক জাতীয় লৌহ-জীবাত্ম জনবিন্দু থেকে এই লৌহকণিকা পৃথকীকরণে ব্যবহৃত হয়, এর ফলে অনেক তলার অবস্থায় লৌহের স্তর জন্মে থাকে। পাইরাইট বা স্বর্ণাকিকের রং ও ঐচ্ছায়া শিতলের মত। এই লৌহ ও পতকগুট বসিদ্ধ প্রধানতঃ সালফিউরিক অ্যাসিড তৈরির জন্যে ব্যবহৃত হয়। এক এক সময় এবেতে বৎসায়ান্ত সোনা উদ্ধার করা হয়। এর কাঠিল ৬, আপেক্ষিক গুরুত্ব ৫। স্বর্ণাকিকে প্রায় ৪৬% লৌহ আছে। কখনও কখনও স্বর্ণাকিকপূর্ণ জীবাত্ম (Fossil) বৃষ্টিপাতের হয়। এই জাতীয় জীবাত্ম জার্মানী, ইংল্যান্ড ও নিউইয়র্কে পাওয়া গেছে। বৃষ্টি বোপতিলের মত স্বর্ণাকিক নিউইয়র্ক অকলে দেখা যায়।

পৃথিবীতে আকরিক লৌহ উপাদানে



ইউরোপের স্থান গ্রন্থ, ভারতের বন্যজাত উত্তর আমেরিকা, এশিয়া, অস্ট্রেলিয়া, ও আফ্রিকার নাম করা যেতে পারে। আমেরিকার বিনিমোটা সকলের হিবিং লৌহবনি পৃথিবীর মধ্যে বৃহত্তম, এই লৌহআকর পোনে চার বাইল দীর্ঘ, এক বাইল প্রস্থ এবং পাঁচ-শ' ফুট গভীর। বিস্তৃত 60 বছরে প্রায় এক-শ' কোটি টন লৌহবনিজ উত্তোলন করা হয়েছে।

1965 সালে পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে লৌহ-বনিজ উৎপাদনের হার এই রকম ছিল—রাশিয়া ৭'২ কোটি টন, আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্র ৪'৬ কোটি টন, জাপান ২'১ কোটি টন, সুইডেন ১'৪ কোটি টন, ডেনিমার্ক ১'১ কোটি টন, যুক্তেন ৭'৪ কোটি টন, দাশর ৭'৪ কোটি টন, কানাডা ১'৭ কোটি টন, ভারত ১ কোটি টন, ব্রাজিল ৭'৭ কোটি টন, চিলি ৪'৪ কোটি টন, পশ্চিম জার্মানী ২'২ কোটি টন। এই সময় সমগ্র পৃথিবীতে মোট ৩১'৬ কোটি টন বনিজ লৌহ সংগৃহীত হয়েছিল। এই সময়কার লৌহবনিজ উত্তোলনের শতকরা হিসাব প্রায় এই রকম—

রাশিয়া ২৫%, আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্র ১৭%, চীন ১০%, জাপান ৪%, কানাডা ৫%, সুইডেন ৫%, ডেনিমার্ক ৫%, ভারত ৩%, ব্রাজিল ২% এবং অন্যান্য ১৪%।

ভারতীয় লৌহের বার্ষিক হিসাব—বর্তমান ভারতবর্ষে প্রায় ২ কোটি টন আকার আকরিক লৌহ আহৃত হয়। প্রায় ৯০ লক্ষ টন লৌহবনিজ বিদেশে রপ্তানী হয়, যার মূল্য প্রায় ৩৫ কোটি টাকা। প্রতি বছর বিদেশ থেকে ১৫০ কোটি টাকার ইস্পাত ও লৌহনির্মিত দ্রব্য-সামগ্রী এসেছে আমদানী করা হয়।

লৌহ তিন প্রকারের হয়ে থাকে—ঢালাই লৌহ (Cast iron), পেটাই লৌহ (Wrought iron) ও ইস্পাত (Steel)। ঢালাই লৌহে ২% থেকে ৪% অক্সিজেন থাকে, পেটাই লৌহে

১% থেকে ২% পর্যন্ত অক্সিজেন আছে আর ইস্পাতে অক্সিজেনের অল্পাধিক ৩% থেকে ১'৫% অবধি হয়। ঢালাই লৌহের সাধারণত পাঁচ, ষাট, উন, বেলি, বড় জলের পাইপ ও আবার তৈরি হয়। ঢালাই লৌহের গলনাঙ্ক ১২০০° সেন্টিগ্রেড। এই জাতীয় লৌহ কঠিন, তরঙ্গবৎ ও ভারসহ। এতে পান দেওয়া যায় না এবং একে হালী চুবকে পরিণত করা সম্ভব হয় না। পেটাই লৌহের সাধারণত তার, পেরেক, চেন, কড়া মোড়ার নাল, জাহাজের নোঙর ইত্যাদি তৈরি হয়। এই লৌহের গলনাঙ্ক ১৫০০° সেন্টিগ্রেড। এই লৌহের লৌহ অত্যন্ত উত্তপ্ত করে পিট্টলে একঘণ্টার মধ্যে অল্প বড় জুড়ে যায়। এই লৌহ নরম ও নমনীয়। এর চার পাশে তার জড়িয়ে বিদ্যায় পরিচালনা করলে অহালী চুবকে পরিণত হয়, কিন্তু একে হালী চুবক করা যায় না। ইস্পাতের গলনাঙ্ক ১৩০০° সেন্টিগ্রেড। এই জাতীয় লৌহ কঠিন অথচ দৃতিস্থাপক। এই উত্তর তপের মধ্যে বর্তমানে এর ব্যবহার ব্যাপক। ইস্পাত দিয়ে রেললাইন, ইঞ্জিন, জাহাজ, পুল, ঘর, দান, কল, কড়ি ও ধারালো অস্ত্রাদি তৈরি হয়। ইস্পাতকে অত্যন্ত উত্তপ্ত করে হঠাৎ ঠাণ্ডা তেল বা জলে ডোবাতে খুব কঠোর ও তরঙ্গ হয়ে যায়, ভারতের এই ইস্পাত বীরে বীরে গরম করে আবার আন্তে আন্তে ঠাণ্ডা করলে কাঠিভের একটা সাধারণত আসে—এই প্রক্রিয়াকে পান দেওয়া (Tempering) বলে। ইস্পাতকে হালী চুবকে পরিণত করা সহজ।

বাত্যাচরণীতে প্রতি দিন গড়ে ১০০০ টন ঢালাই লৌহ বনিজ লৌহপ্রভৃতির উত্তপ্ত, বিজারিত ও বিশুদ্ধ করে তৈরি হয়। প্রায় ১০০ ফুট উঁচু বাকিরের বড় ইটের চুলী নির্মাণ করে তার মধ্যে আতন আলিয়ে উপর থেকে দু-তাল লৌহবনিজ (হিমাটাইট বা ম্যাগনেটাইট), এক তাল কয়লা ও আর তাল চুবাক



পাথর ঢালা হতে থাকে আর নীচ থেকে ৪০০° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় উত্তপ্ত বায়ুপ্রবাহ প্রচণ্ড-বেগে চালনা করা হয়। এর ফলে চূড়ার অভ্যন্তরে তাপমাত্রা স্বেদ ১৬০০° সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত ওঠে এবং তার ভেত্রে কয়লা প্রথমে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসে রূপান্তরিত হয় এবং তারপর উপরে উঠে কার্বন মনোঅক্সাইডে পরিণত হয়। এই গ্যাস বনিক প্রক্করের অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে লৌহকে বিজারিত করে লৌহবনিকের সঙ্গে সংলগ্ন কালা-মাটি চূড়া-পাথরের সঙ্গে যুক্ত হয়ে গলিত বাতুল রূপে নীচেকার এক ছিদ্র দিয়ে বেরিয়ে যায়। আর উত্তপ্ত গলিত লৌহ অপেক্ষাকৃত ভারী বলে আরও নীচের দিকের আর একটি পৃথক পথ দিয়ে নির্গত হয়ে আসে। এরপর একেই টাচে ঢেলে ঢালাই লৌহ বলে অভিহিত করা হয়। ১৯৬৪ সালে সমস্ত পৃথিবীতে প্রায় ৩০ কোটি টন কাঁচা লৌহ তৈরি হয়েছিল।

ঢালাই লৌহে অনেকখানি অকার্যকর থেকে যায় বলে একে পেটাই লৌহ করবার সময় এর সঙ্গে অধিক অক্সিজেনযুক্ত লৌহবনিক কিংবা ম্যাঙ্গানিজ অক্সাইড লৌহবত উত্তপ্ত করে গলানো হয়। এর ফলে অতিরিক্ত অকার্যকর কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসরূপে বের হয়ে যায় এবং সর্বশেষে প্রায় বিস্তৃত লৌহ বংশাধার অকার্যসম্পন্ন হয়ে অবশিষ্ট থাকে। এরই বাশ পেটাই লৌহ।

ইস্পাতে অকার্যের পরিমাণ ঢালাই লৌহের চেয়ে কম এবং পেটাই লৌহ অপেক্ষা অধিক যাত্রায় থাকে। সে জগতে পেটাই লৌহের সঙ্গে আরও অকার্য যোগ করে কিংবা ঢালাই লৌহ থেকে অতিরিক্ত অকার্য দূর করে ইস্পাত তৈরি হয়। পেটাই লৌহ নির্দিষ্ট পরিমাণ অকার্যের সঙ্গে উত্তপ্ত করলে কিংবা ঢালাই লৌহে অক্সিজেনবহুল বনিক হিমাটাইট বা ম্যাংগে-

লুজ পরিভ্রমণ লৌহের সঙ্গে পমিয়ে মিলে ইস্পাত তৈরি হয়। ১৮৫৫ খৃষ্টাব্দে হেনরী বেসেয়ার ইস্পাত তৈরির নতুন ও সহজ পদ্ধতি আবিষ্কার করেন। এই প্রক্রিয়ার ইস্পাত প্রস্তুত করতে হলে উত্তপ্ত গলিত ঢালাই লৌহের মধ্য দিয়ে সজোরে বাতাস চালনা করা হয়। এর ফলে লৌহের বাষ্পীয় অকার্য ও অবিভক্তি মিলে গিয়ে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসরূপে বের হয়ে যায়, তারপর নির্দিষ্ট যাত্রায় অকার্য ও অকার্যকর বাতাস বোঁগ করা হয়।

লৌহের সঙ্গে বিভিন্ন ধাতার অকার্য ও অকার্যকর বাতাস মিলিয়ে বিবিধ গুণসম্পন্ন নানাবিধ স্বেদ ইস্পাত তৈরি হয়। ৭৩ ভাগ ইস্পাতের সঙ্গে ১৪ ভাগ কোকসিয়ার ও ৪ ভাগ নিকেল গলিয়ে ম্যাংগে-লুজ ইস্পাত বা টেনলেন স্টিল তৈরি হয়। এই প্রকার ম্যাংগে-লুজ ইস্পাতে নির্দিষ্ট বাসনগতাদি রক্ষণ-কার্যে বিশেষ উপযোগী। ম্যাঙ্গানিজ ১৪ ভাগ ও ইস্পাত ৪৬ ভাগ মিলিয়ে যে স্বেদ পাওয়া যায় তৈরি হয়, তার সাহায্যে পাথর চূর্ণ করবার যন্ত্রাদি তৈরি হয়ে থাকে। যে জরিপায় সাধারণ ইস্পাতের যেনপথ যাত্রা নয় মাল ঠিক থাকে, সে ফলে ম্যাঙ্গানিজমিশ্রিত লৌহ লাইন ২২ বছর পর্যন্ত স্থায়ী হয়েছিল। ইনভার নামক ইস্পাতে স্বেদকরা ৬১ ভাগ লৌহ আর ৩৬ ভাগ নিকেল থাকে। এই মিশ্র বাতাস তাপে অপরিবর্তনীয় ও চূড়াক পদ্ধতিবহীন। সে জগতে এই মিশ্র তৈরির কাজে ব্যবহৃত হয়। অল্প দিকে ৬১ ভাগ লৌহ, ১৩ ভাগ অ্যালুমিনিয়াম ও ২৫ ভাগ নিকেল ও ১ ভাগ কার্বন একত্র করে যে ইস্পাত তৈরি হয়, তার সাহায্যে খুব জোরালো চূড়াক গঠন করা যায়। সাধারণ ইস্পাতের সঙ্গে চূড়াক যোগে কিংবা কোন ইস্পাতের চূড়াককে রবার খোঁচা তামার তার যুক্তকরণ করে অক্সিজেন তার মধ্য দিয়ে কিছুকণ বিদ্যুৎ-প্রবাহ চালানো এই লৌহ স্থায়ী চূড়াক



পরিণত হয়। দুই চুম্বকের বিপরীত মেরু পরস্পরকে আকর্ষণ করে আর সমবর্ষীয় দুই চৌম্বক মেরু পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। অনবরত আঘাত পেলে কিবা 769° সেন্টিগ্রেড তাপ-মাত্রার উত্তপ্ত হলে ইস্পাতের চুম্বকত্ব বিলুপ্ত হয়। কাটবার কাজে ব্যবহার্য অস্ত্রাদি 95 ভাগ ইস্পাত ও 5 ভাগ টাংস্টেন মিশিয়ে তৈরি হয়। মোটরের ক্ষেত্রে যে ইস্পাত ব্যবহৃত হয়, তাতে 4.5% নিকেলন থাকে। ইস্পাতের সঙ্গে সতকরা 1 ভাগ অ্যান্টিভায়াম মিশিয়ে ঢাকার অকল-ও তৈরি হয়।

1960 সালে পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে ইস্পাত প্রস্তুতের পরিমাণ এই রকম ছিল :—

আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্র ৪.৪ কোটি টন ; রাশিয়া ৩.৬ কোটি টন ; জাপান 2.17 কোটি টন ; পশ্চিম জার্মানী 3 কোটি টন ; স্ট্রেট বুটেন 2.4 কোটি টন ; সুইডেন 3 কোটি টন ; ফ্রান্স 1.7 কোটি টন ; কানাডা 1.5 কোটি টন ; অস্ট্রেলিয়া 1.3 কোটি টন ; ভারত 33 কোটি টন ; দক্ষিণ আফ্রিকা 2 কোটি টন ; ইটালী 8 কোটি টন।

1965 সালে সারা বিশ্বে 40 কোটি টন ইস্পাত প্রস্তুত হয়েছিল। এই সময় বিভিন্ন রাষ্ট্রে ইস্পাত উৎপাদনের শতকরা হার অনেকটা এই মাত্রার ছিল :—

আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্র 27%; রাশিয়া 19%; পশ্চিম জার্মানী 10%; জাপান 7%; বুটেন 6%; ফ্রান্স 5%; চীন 5%; ইটালী 2%; পোল্যান্ড 2%; চেকোস্লোভাকিয়া 2%; বেলজিয়াম 2%; ভারত 1%; অস্ট্রা 12%।

বর্তমানে ভারতে প্রতি ইস্পাতের কারখানার বছরে প্রায় 60 লক্ষ টন ইস্পাত উৎপন্ন হয়ে থাকে। আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রের ইতিহাসে প্রবেশের গারি ইস্পাতের কারখানা পৃথিবীর মধ্যে বৃহত্তম, এখানে প্রতি বছর গড়ে 72 লক্ষ টন ইস্পাত উৎপাদিত হয়।

বিকৃত লৌহের বর্ণ উজ্জ্বল ধূসর, আপেক্ষিক ভর 7.85, গলনাং 1530° সেন্টিগ্রেড। লৌহ 2735° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রার ক্ষুদ্রতম আয়তন ধরে। লৌহের তাপ সঞ্চারনের ক্ষমতা প্রতি ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডে 0.00011, আপেক্ষিক তাপ প্রতি গ্রাম প্রতি ডিগ্রীতে 105-114, তাপ পরিবহন ক্ষমতা প্রতি সেন্টিমিটারে 16 ক্যালোরি। প্যারিসে ইস্পাতের ১৪৫৫ হাজার ফুট দীর্ঘ যে ইকেন টাওয়ার আছে, তার উচ্চতা দীর্ঘ গ্রীষ্মের প্রভাবে প্রায় পাঁচ ইঞ্চি কমবে বা বাড়বে। লৌহার বিদ্যুৎ পরিচালন ক্ষমতা 164 সেন্টিমিটার-গ্রাম-সেকেন্ড, বৈদ্যুতিক বাধার পরিমাণ 20° সেন্টিগ্রেডে 0.41 ওহম-সেন্টিমিটার, এক বর্গ ইঞ্চি মোটা ইস্পাতের দণ্ড প্রায় 80 টন ভারী ওজনের টান সহ্য করতে পারে। কিছুকাল পূর্বে একজন বৈজ্ঞানিক এক মিলিমিটারের দণ্ড ভাগের এক ভাগ মাত্র পাতলা কাচের মত স্বচ্ছ লৌহার পাত তৈরি করেছিলেন। ইস্পাত রবারের চেয়ে বেশী দৃতি-স্থাপক। লৌহের গতি লৌহের মধ্যে সেকেন্ডে 17300 ফুট। ইস্পাতের কাঠিন্য 5½ থেকে 6½ পর্যন্ত হতে পারে। আজকাল কৃত্রিম উপায়ে তেজস্ক্রিয় লৌহ (53, 55, 59) তৈরি করাও সম্ভব হয়েছে।

পূর্ববর্তক লৌহের পরীয়ে প্রায় 3½ গ্রাম লৌহ আছে। দুই ইঞ্চি লম্বা লৌহ-পেরেক যে পরিমাণ লৌহ থাকে, সাধারণ লৌহের চেয়ে প্রায় ততখানি লৌহ আছে। প্রতিদিন আমাদের প্রায় 10 থেকে 20 মিলিয়ন লৌহের প্রয়োজন। পৃথিবী লৌহে সমৃদ্ধ হলে সারা বছর আমাদের প্রায় 5 গ্রাম আনান্ড লৌহ বাড়ত। লৌহে প্রবণ করতে হয়। রক্তের লৌহিত কনিকা লৌহসম্বোধনে সঞ্চিত, ওজনে লৌহের অর্ধেক মটলে রক্তাক্ততা ব্যাধি হয়। চান্দালাহ বাটি থেকে শিকড় দিয়ে খনিজ লবণের সঙ্গে লৌহ গ্রহণ করতে সক্ষম হলে তবেই সবুজ বর্ণের



পদ্ধতি বা ফ্লোরোফিল পঠন করতে পারে। লৌহের অভাব হলে গাছের পাতা হলুদে ও বিবর্ণ হয়ে যায়। গাছের আঁটা, পুঁদিনা, পৌরাজ, তড়, পালাং শাক ডিমের কুহুম, বাগন, বকং ও ৩৫ লৌহ বৈশিক অবস্থার বউমান।

লৌহ অবিক্রাণে অ্যানিড থেকে হাইড্রোজেন গ্যাস বিস্কৃত করে। সোনা, প্রাক্টিনাম অথবা রূপা কিংবা পাতা, বিস্ফাব বা তাপাখটিত তরল জলীয় দ্রবণে লৌহ নিষ্প্রিত করলে স্বে স্বে সেই বাতুর হুম্ব কণা প্রকিপ্ত হয়। আর্দ্র আবহাওয়ার সংস্পর্শে বেশী দিন থাকলে লৌহ-নির্মিত জিনিষে ময়ূত হয়ে যায়। ময়ূতে জিনিষটা হলুদ লৌহ অক্সাইড ভাঙা আর কিছুই নয়। তাহানি কোন উত্তম বাতুর সংস্পর্শে এলে লৌহে আরও ভাঙাভাঙি ময়ূত পড়ে। এর কারণ ত্রি-বাতু সংযোগজনিত ত্রুটি বিদ্যুৎ-প্রবাহ। একবার সমুদ্রতল থেকে কোন জাহাজদুটির আর সেতু বছর পরে কয়েকটি দৌতনির্মিত কাঠানের গোলা উড়ার করা হয়। ময়ূতে বহু এই লৌহার গোলকগুলি এতই নরম হয়ে গিয়েছিল যে, ছুরি দিয়ে সহজেই কাটা সম্ভব হচ্ছিল। ময়ূতের হাত থেকে রক্ষা করার জন্তে সমস্ত লৌহনির্মিত জিনিষের উপর তেল, রং, আলকাতরা বা প্রাক্টিকের প্রলেপ ল'গানো হয় অথবা রং, দস্তা, ক্রোমিয়াম বা নিকেলের আবরণ দেওয়া হয়। লৌহ লঘু অ্যানিডে দ্রবণীয়। সাল-ফিউরিক অ্যানিডে লৌহ দিলে দ্রবণবর্ণের হিরাফস ও হালকা হাইড্রোজেন গ্যাসের উত্থব হয়। হিরাফস রক্তবর্ণক ঐদ্ব হিসাবে বয়েরের সঙ্গে মিশিয়ে কালো কালি এবং নীল রং (প্রসিয়ান ব্লু) তৈরির জন্তে ব্যবহৃত হয়। লৌহখটিত বৈশিক পদার্থ কেবল অ্যানিটেট ও ফেরিক ফ্লোরাইড ব্রহ্মাধির রং পাকা করার জন্তে প্রযুক্ত হয়। কোন কোন চর্বিগোলে ফেরিক ফ্লোরাইড দ্রবণ বিশেষ কার্যকরী। উজ্জল বেঙনী বর্ণের ফেরিক পটাসিয়াম সালফেটের বায় লৌহ কটকিরি।

জীৱ বাইট্রিক অ্যানিডের সংস্পর্শে লৌহ দ্রবণীয় বা হয়ে কতকটা সক্রিয় (Passive) ভাবপ্রাপ্ত হয়। এরূপ বাইট্রিক অ্যানিডস্পৃষ্ট লৌহ আর কোন বাতুরটিত জলীয় দ্রবণ থেকে সেই বাতু উৎক্লিষ্ট করতে পারে না এবং লঘু অ্যানিডেও তখন অস্বীকৃত হয় না। বায়ানবিকদের অভিমত—এই রকম সক্রিয় লৌহের পায়ে অক্সাইডের একটা পাতলা পদা পড়ে বার বনে ঐরূপ অবস্থার ঘটে। আবার যদি ঐ প্রকার লৌহকে বেশ করে ঘষে-ঘেজে বিত্ত্ব করে নেওয়া হয়, তাহলে পূর্বরূপ ফিরে পায়। লৌহ-খটিত লবণ কেবল সালফেট বা কার্বনেট বোলা বাতাসে উত্তপ্ত করলে লাল রঙের ফেরিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। এর আর এক নাম ক্রম বা কুহুম্ব। লাল রংহিসাবে এবং অগ্নিফার পালিণ করার কাজে এই পদার্থের ব্যবহার আছে। চৌবক তপস্পার লৌহ অক্সাইড প্রস্তুত করতে হলে বোলা বাতাসে যে কোন লৌহ বা লৌহ অক্সাইড অনেককণ গরম করতে হয় অথবা রক্তরাঙা তত্ত্ব লৌহের উপর দিয়ে অনবরত জলীয় বাষ্প চালনা করা হয়।

অগ্নিনিবার উপর টম্পাডের তুলনা বহলে তৎক্ষণাৎ প্রজলিত ও তস্বীকৃত হয়ে যায়। উজ্জ্বল বাতাসে পটাসিয়াম কেরোসাটানাইড জ্বলণে যে কোন লৌহখটিত লবণ অক্সিজার দিলেও স্পন্দর নীল বর্ণের আবির্ভাব হয়। ফেরিক লৌহখটিত জলীয় দ্রবণে বৎসাবাত্ত পটাসিয়াম পারোসায়ানেট যোগ করলে অগ্নি রঙের আঁটা দেখা যায়। এই পদ্ধতি এতই সূক্ষ্ম যে, লৌহের পরিমাণ পনেরো লক্ষ ভাগের এক ভাগ বার হলেও স্পষ্ট বোকা যায়। লৌহ অক্সালেটের বিহি ভাঁড়া মির তাপমাত্রার হাইড্রোজেন গ্যাস দিয়ে বিকারিত করলে আর্দ্র তাপোৎপাদক এক লৌহচূর্ণ প্রস্তুত হয়। এই রকম আরের লৌহচূর্ণ কোন বায়ুপূর্ণ পিপি থেকে সূক্ত বাতাসে হুড়িয়ে দিলে অগ্নিত আভনের ফুল্কির বত জলন্তে জলন্তে হাটতে পড়তে থাকে।



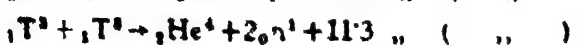
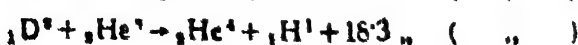
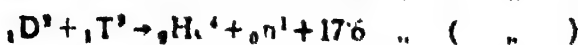
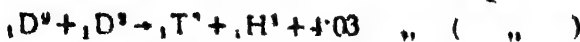
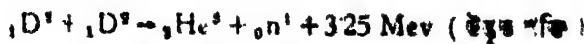
# নিয়ন্ত্রিত তাপকেন্দ্রকীয় সংযোজন বিক্রিয়া

## অগ্নিস্রব বোম

সত্যতা বুঝির সঙ্গে সঙ্গে শক্তির চাহিদাও দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। বর্তমানে পারমাণবিক শক্তি উৎপাদনের উপর বিজ্ঞানীরা বিশেষ নজর দিয়েছেন। পারমাণবিক শক্তি হু-ভাবে পাওয়া যেতে পারে। প্রথমতঃ ইউরেনিয়াম বা থুটো-নিয়ামের জার জারী পরমাণুর কেন্দ্রক বিভাজন (Fission) বিক্রিয়ার দ্বারা এবং হাইড্রোজেনের জার হাফা পরমাণুর কেন্দ্রক সংযোজন (Fusion) বিক্রিয়ার দ্বারা। প্রথম বিক্রিয়ার সাহায্যে ঘটানো হয় পরমাণু বোমার বিস্ফোরণ এবং দ্বিতীয় বিক্রিয়ার সাহায্যে ঘটানো হয় হাইড্রোজেন বোমার বিস্ফোরণ। আইনস্টাইনের বিশেষ আপেক্ষিকতার তত্ত্বানুযায়ী যদি কোন গ্রামী পরমাণুর কেন্দ্রক বিভাজিত হয়ে অল্প পরমাণুর কেন্দ্রকে পরিণত হয় অথবা যদি দুই হাফা পরমাণুর কেন্দ্রক সংযোজিত হয়, তাহলে কিছু পরিমাণ তাপের বিলুপ্তি ঘটে এবং তা পরিণত হয় শক্তিতে। কিন্তু সমন্বিত পারমাণবিক আলানী থেকে বিভাজনের দ্বারা যে পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায়, সংযোজনের দ্বারা তা থেকে অনেক

বেশী পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায়। কাণ্ডেই হাইড্রোজেন বোমার ধ্বংস-ক্ষমতা পরমাণু বোমার চেয়ে অনেকগুণ বেশী। এখন পরমাণু বোমার বিস্ফোরণকে পারমাণবিক চুল্লীর মধ্যে নিয়ন্ত্রিত ভাবে ঘটানো সম্ভব এবং বিভিন্ন দেশে এইভাবে পারমাণবিক শক্তি উৎপাদন করা হচ্ছে। কিন্তু হাইড্রোজেন বোমার বিস্ফোরণকে এখনো পর্যন্ত নিয়ন্ত্রিতভাবে ঘটানো সম্ভব হয় নি, অথচ তা করতে পারলে আমরা অনেক বেশী শক্তির অধিকারী হতে পারবো। বিভিন্ন দেশে এই বিষয়ে ব্যাপক গবেষণা চলছে এবং আশা করা যায়, অল্প ভবিষ্যতে সকলতা অর্জন করা যাবে। বর্তমান প্রবন্ধে নিয়ন্ত্রিত কেন্দ্রক-সংযোজন বিক্রিয়া সম্পর্কে কিছু আলোচনা করা হবে। তবে আলোচ্য বিষয়ে বিগত কয়েক বছরে এত উন্নতি সাধিত হয়েছে যে, এই ক্ষুদ্র প্রবন্ধে সে সম্পর্কে বিস্তৃত আলোচনা করা সম্ভব নয়।

সংযোজনে বিক্রিয়া ঘটানো হয় হাফা পরমাণু, যথা—হাইড্রোজেন, হিলিয়াম এবং এদের আই-সোটোপের মধ্যে, যথা—



যেখানে  ${}_1D^2$ —ডায়টেরিয়াম,  ${}_1T^3$ —ট্রাই-টায়াম,  ${}_0n^1$ —নিউট্রন। এখন পরমাণু কেন্দ্রকগুলি ধনাত্মক আধানবিশিষ্ট হওয়ার এদের বিচ্ছেদের

মধ্যে সর্বদাই একটা বিকর্ষণ বল কাজ করে। একে বলে কুলম্বীয় বিকর্ষণ বল। কাণ্ডেই দুই কেন্দ্রককে সংযোজিত করতে হলে তাপের এমন পরিমাণ



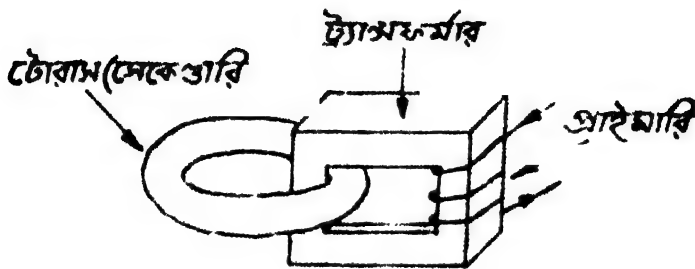
শক্তি প্রয়োগ করতে হবে, যা কুলম্বীয় বাধাকে অতিক্রম করে কেন্দ্রক দুটিকে সহজেই সংযোজিত করতে পারে। এই শক্তি সৃষ্টি করতে চাই বিপুল তাপমাত্রা (প্রায়  $10^8$  °K) এবং এই বিপুল তাপমাত্রায় যে সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে, তাকে বলে তাপকেন্দ্রকীয় সংযোজন বিক্রিয়া (Thermonuclear fusion reaction)। হাইড্রোজেন বোমার মধ্যে এই তাপমাত্রা সৃষ্টি করা হয় কেন্দ্রক বিভাজন বিক্রিয়া বা পরমাণু বোমার বিস্ফোরণের দ্বারা। কিন্তু নিয়ন্ত্রিত সংযোজন বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় উচ্চ তাপমাত্রা এই পদ্ধতিতে সৃষ্টি করা যাবে না, তার ক্ষেত্রে অল্প শক্তি অবলম্বন করতে হবে। আবার এই উচ্চ তাপমাত্রায় বিক্রিয়ারত পরমাণুগুলি আকর্ষিত হয়ে যায়, যাকে বলে পরমাণুর প্রাক্ষা অবস্থা (আয়ন ও ইলেকট্রনের সমাবেশ)। এই অত্যন্ত প্রাক্ষাকে পারমাণবিক চুম্বীতে এমনভাবে আশ্রয় রাখতে হবে, যাতে প্রাক্ষা কণাগুলি চুম্বীর দেয়াল স্পর্শ করতে না পারে, কারণ তাহলে প্রাক্ষা খুব সহজেই শীতল হয়ে আসবে এবং সংযোজন বিক্রিয়া ধেমে যাবে। এই উদ্দেশ্যে পরিশ্রমী চৌম্বক কেন্দ্রের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটানো হয়, কারণ প্রাক্ষার আহিত কণাগুলি চৌম্বক কেন্দ্রের দ্বারা সহজেই প্রভাবিত হবে। তাছাড়া আরেকটা বিষয়ে লক্ষ্য রাখতে হবে, তা হলো Lawson-এর সর্ত—যাতে সংযোজন বিক্রিয়ার উৎপাদিত শক্তির পরিমাণ প্রযুক্ত শক্তির পরিমাণ অপেক্ষা বেশী হয়। Lawson-এর সর্ত হলো  $n$  (বিক্রিয়ারত পরমাণুগুলির ঘনত্ব) এবং  $t$  (প্রাক্ষার স্থায়িত্বকাল)-এর গুণফল  $10^{14}$  (D-D বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে) বা  $10^{16}$  (D-T বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে) -এর বেশী হতে হবে। কাজেই নিয়ন্ত্রিত সংযোজন বিক্রিয়া ঘটানোর ক্ষেত্রে মূল সমস্যা হলো অত্যন্ত প্রাক্ষার উৎপাদন এবং তা নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে উপযুক্ত জায়গায় এমনভাবে

আবদ্ধ রাখতে হবে, যাতে বিক্রিয়ার উৎপাদিত শক্তির পরিমাণ প্রযুক্ত শক্তি অপেক্ষা বেশী হয়।

এখানে আসা যাক নিম্নোক্ত প্রক্রিয়ার (Pinch effect) কথা। কোন মনের মধ্যে অবস্থিত প্রাক্ষার মধ্য দিয়ে যদি উচ্চ তড়িৎ-প্রবাহ পাঠানো যায়, তবে তা একটি চৌম্বক কেন্দ্র গঠন করে, যা প্রাক্ষাকে মনের আকর্ষণ দিকে টেনে রাখে এবং মনের দেয়ালের সঙ্গে প্রাক্ষাকে স্পর্শ করতে দেয় না। অল্পশক্তি বিক্রিয়া পরিলক্ষিত হয় যখন দুটি সমান্তরাল তারের মধ্যে দিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। কিন্তু এই পদ্ধতির অসুবিধা এই যে, যে তড়িৎদ্বারের সাহায্যে তড়িৎ-প্রবাহ পাঠানো হয়, তা সর্বদাই উত্তম প্রাক্ষার সংস্পর্শ থাকে, ফলে শক্তির অপচয় এবং প্রাক্ষার তাপমাত্রা ক্রমশঃ কমে আসে। এই অসুবিধা দূর করার জন্যে একটি প্রাক্ষাবিহীন বল নেওয়া হয়, যার এক প্রান্তে অপর প্রান্তের সঙ্গে সুঁড়। একে বলে টোরাস (Torus)। এই টোরাসকে একটি ট্রান্সফর্মারের সেকেন্ডারী হিসাবে ধরা হয় (1নং চিত্র) এবং এর প্রাতিবিধিতে একটি বৈদ্যুতিক স্পন্দন প্রয়োগ করে টোরাসে অবস্থিত প্রাক্ষাতে একটি উচ্চ সেকেন্ডারী তড়িৎ-প্রবাহ আবিষ্ট করা হয়। এই প্রবাহ প্রাক্ষার গোবের বিক্রেতে কাজ করার তাতে ওহমীয় তাপের সঞ্চার (Ohmic heating) হয়। আবার এই প্রবাহ একই সঙ্গে নিম্নোক্ত প্রক্রিয়ারও কাজ করে। কিন্তু যে কোন নিম্নোক্ত প্রক্রিয়ার নিয়ন্ত্রিত সংযোজন বিক্রিয়া ঘটানোর অসুবিধা এই যে, এর দ্বারিত খুব কম। যার কারণে মাইক্রোসেকেন্ডের মধ্যে প্রাক্ষা শুষ্ক ভেঙ্গে কয়েক দেয়ালের সংস্পর্শ এসে পড়ে। তবে বিভিন্ন ধরনের অবস্থায় দ্রুতকরণের চেষ্টা চলছে এবং তৎসমস্ত ও পরীক্ষার দ্বারা দেখা গেছে যে, প্রাক্ষার দ্বারিত বাড়ানো হলে (১) টোরাসের দেয়াল কোন বাধন পাঠ



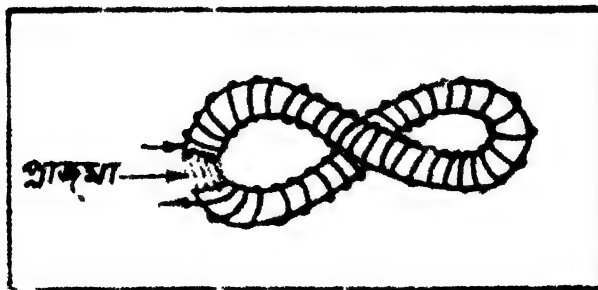
দিয়ে নির্মাণ করতে হবে এবং (2) টোরাসের দু'দলীয় বিপরীত দিকে সরে যেতে চায়। এই দেয়ালের বাইরে জড়ানো সলিনয়েডের কুণ্ডলীর আধান বিভাজনের (Charge separation) ফলে যথো দিকে তড়িৎ-প্রবাহ পাঠিয়ে প্রাকৃতিক যথো উদ্ভূত তড়িৎ-ক্ষেত্র ও অক্ষীয় চৌম্বক ক্ষেত্রের একটি অক্ষীয় চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করতে হবে। সম্মিলিত প্রভাবে প্রাকৃতিক কণাগুলি ঠিকুরে দেয়ালের



1নং চিত্র

এর পর আসা যাক Stellarator-এর কথা। সংক্ষেপে এতে পড়ে। এই অস্থিবিধা দূর করবার পূর্বে বর্ণিত টোরাসের ভাষ্য একেবারেও প্রাকৃতিক-বিহীন সলেন দেয়ালের বাইরে সলিনয়েডের কুণ্ডলীর যথো তড়িৎ-প্রবাহ পাঠিয়ে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করা হয়। তবে এই ক্ষেত্রে একটি অস্থিবিধা এই যে, বাইরের দেয়ালের দিকের

সংলগ্নে এসে পড়ে। এই অস্থিবিধা দূর করবার জন্যে বহুটিকে পেঁচিয়ে ইংরেজী '৪' সংখ্যার ভাষ্য করা হয় (2নং চিত্র) একেই বলে Stellarator বহু। Stellarator বহু প্রাকৃতিক উদ্ভূতকরণ করা হয় চৌম্বক পালিশ, আয়ন-সাইক্লোট্রন অস্থিবিধা ইত্যাদি পদ্ধতিতে। তবে বিশেষণ প্রক্রিয়ায়

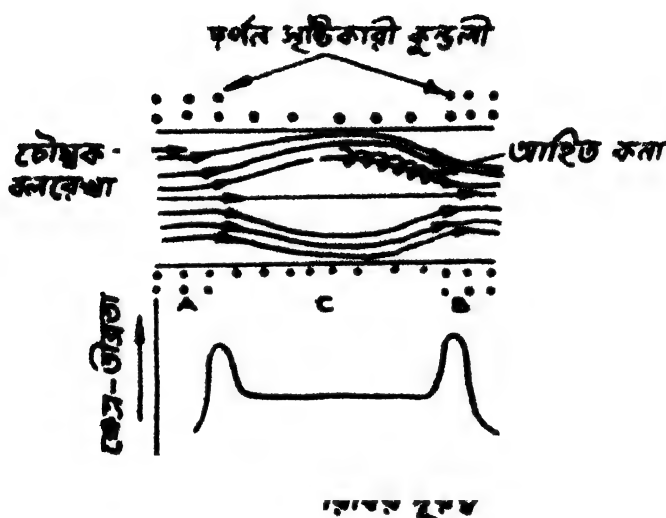


2নং চিত্র

চৌম্বক ক্ষেত্রের নিকি ভিতরের দেয়ালের দু'দলীয় ভাষ্য একেবারেও প্রাকৃতিক নানান বস্তুগুলির অস্থিবিধা কম হয়, ফলে আয়ন ও ইলেকট্রনগুলি পরস্পরের বর্জন্য।



এর পর আর এক পদ্ধতির প্রস্তাব করা সম্ভব হলে বেগের কমে উঠুক, সেগুলি প্রতিফলিত হয়ে, তা হলো চৌম্বক দর্পণ (Magnetic mirror) পদ্ধতি। একেই চৌম্বক প্রতিফলন বলের বাইরে সলিডয়েডের কুণ্ডলীর মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ-প্রবাহ পাঠিয়ে এখন চৌম্বক কেন্দ্র বসে করা হয় যে, কেন্দ্রের পতনের সময় সলিড হাউসের কুণ্ডলীর দুই প্রান্তে বেশী হয়। দুই প্রান্তের এই পতনশীল চৌম্বক কেন্দ্রকেই চৌম্বক দর্পণ আখ্যায়িত করা হয়। বিক্রিয়াক: পতনশীল এবং আখ্যায়িত করা হয়। বিক্রিয়াক: পতনশীল এবং আখ্যায়িত করা হয়।



৩য় চিত্র

বলা হয় (৩য় চিত্র)। পানিতিক উপায়ে বেগানো যায় যে, দর্পণের মধ্যে অবস্থিত কিছু সংখ্যক আটকানো কুণ্ডলী, যাদের পতনশীল চৌম্বক কেন্দ্রের উন্নয়ন দিকের পতনের কমে উঠুক, তারা দর্পণের কেন্দ্র (চিত্রে C স্থান) থেকে পতনশীল কেন্দ্রের (চিত্রে A বা B স্থান) দিকে অগ্রসর হলে বেশী দূর থেকে প্রতিফলিত হয়ে আবার দর্পণের কেন্দ্র দিকে আসে। এইভাবে প্রায়শ্চৈতন্যে দর্পণের মধ্যে আটকানো হয়।

যে সব কণার পতনশীল চৌম্বক কেন্দ্রের

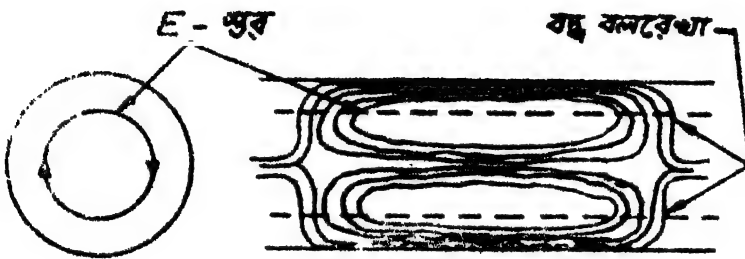
এবং তাদের আর্ক-করণের দ্বারাও বিরোধিত করা হয়। দর্পণের মধ্যে প্রায়শ্চৈতন্যে উন্নয়ন করা হয় আটকানো কুণ্ডলীর (Adiabatic compression) দ্বারা। একেই প্রায়শ্চৈতন্যে অক বরাবর সংযুক্ত করা হয় দর্পণ দ্বারা কুণ্ডলীর দ্বারা-কাছ দ্বারা এনে এবং দ্বারা বরাবর সংযুক্ত করা হয় চৌম্বক কেন্দ্রের পতনের দান দ্বারা করে।

এর পর Astron-এর বরাবর কণার আলা দিক। একেই বরাবর এবং চৌম্বকিত কণের বাইরে অকানো সলিডয়েডের কুণ্ডলীর



সাহায্যে চৌম্বক দর্পণ কেন্দ্র সৃষ্টি করা হয়। এখন অতি উচ্চ শক্তিসম্পন্ন (প্রায় 3)-50 Mev) ইলেকট্রনগুলিকে বকের এক প্রান্ত দিয়ে প্রবেশ করানো হয়। চৌম্বক কেন্দ্রের প্রভাবে এই ইলেকট্রনগুলি বকের অন্দের চতুর্দিকে একটি ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রন স্তর (E-স্তর) সৃষ্টি করবে এবং এর প্রভাবে চৌম্বক বলরেখাগুলি একটি বদ্ধ বলরেখা গঠন করবে (4নং চিত্র)। এখন

তবে তা কঠিন গুটিতাকে উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করবে ও তাকে প্লাজ্মাতে পরিণত করবে। কিন্তু প্লাজ্মার মধ্যে উচ্চ চাপ সৃষ্টি হবার ক্ষেত্রে তার স্থায়িত্ব খুব শিথলই নষ্ট হয়ে থাকবে। তবে যদি প্লাজ্মার আয়তন বাড়ানো যায়, তাহলে এর স্থায়িত্ব বাড়ানো যেতে পারে। কিন্তু একেবারে উপযুক্ত তাপমাত্রার পৌঁছানোর ক্ষেত্রে আরও অধিক শক্তিসম্পন্ন লেসার দরকার (প্রায়  $10^8$



4নং চিত্র

প্লাজ্মাকে ককের মধ্যে প্রবেশ করালে তা ইলেকট্রনগুলির সঙ্গে সংঘর্ষে উত্তপ্ত হবে ও বদ্ধ বলরেখার দ্বারা আবদ্ধ থাকবে। তবে এই সম্পর্কে গভীর বিবেচনা অগ্রসরি হয় নি।

তাছাড়াও প্লাজ্মাকে উত্তপ্তকরণ এবং তাকে নির্দিষ্ট সময়ের ক্ষেত্রে আবদ্ধ রাখবার আরও নানা পদ্ধতির প্রস্তাব করা হয়েছে। তবে বর্তমানে যে দুটি পদ্ধতি বিজ্ঞানীদের সবচেয়ে বেশী আকর্ষণ করেছে, তার একটি হলো লেসারের (Laser) সাহায্যে নিয়ন্ত্রিত সংযোজন বিক্রিয়া ঘটানো। লেসার হলো হ্রস্বকত তীব্র আলো, যার প্রতিটি রশ্মি পরস্পরের সঙ্গে সমান্তরাল এবং ঘন সঙ্কীর্ণ। কলে এই রশ্মি অধিক শক্তিসম্পন্ন এবং এর উত্তপ্তকরণ কক্ষতা অনেক বেশী। এখন এই লেসার যদি ডিফ্রেক্টিভ-ইন্ট্রা-ইন্ট্রা-ইন্ট্রা-ইন্ট্রা (Pellet) উপর ফেলা যায়,

তাহলে লেসারের সাহায্যে সংযোজন বিক্রিয়া ঘটানোর মূল প্রায় হলো উপযুক্ত শক্তিসম্পন্ন লেসার তৈরি করা।

অপর পদ্ধতিটি হলো তানিমার Tokamak কার্যক্রম। এই বিষয়ে প্রথম কাজ আরম্ভ হয় 1960 সালে যেকোর I. V. Kurchatov Institute-এ। পূর্ববর্ণিত টোকারের মধ্যে বিশেষ-প্রক্রিয়া ঘটানোর সময় একেবারে একটি বায়ুশূন্য বাতম টোকারের মধ্যে অবস্থিত প্যাসে ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে উচ্চ তড়িৎ-প্রবাহ আনি করা হয়। এই প্রবাহ, উৎপন্ন প্লাজ্মার ওহমীর তাপের সঞ্চার করে; টোকারের ঘেরালে জড়ানো সলিনয়েড ফুটনের সাহায্যে এবং চৌম্বক কেন্দ্র সৃষ্টি করা হয়, যা অক্সী-এনোহের কলে উচ্চ কেন্দ্র অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী। দুই কেন্দ্রের সম্মিলিত প্রভাবে যে



কেন্দ্র নষ্ট হয়, তা হুঙ্কারী আকারে বক (Helical) হয়। বর্তমানে বিভিন্ন দেশে লেনার বিকেন্দ্রণের দ্বারা পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলছে এবং Tokamak সম্পর্কিত যে সব কল্যাণ পাওয়া যাচ্ছে, তা বিশেষ আশাশ্রয়। আশা করা হচ্ছে, অল্প ভবিষ্যতে সকলতা অর্জন করা যাবে।

নিয়ন্ত্রিত সংযোজনে চুঙ্গী নির্ধারণের ক্ষেত্রে আরও কয়েকটি বিষয়ে নজর রাখতে হবে; যেমন—অত্যাধিক প্রাক্কনা থেকে বিকিরণজাত ও তাপ-পরিবহনের কলে শক্তির অপচয়, চৌম্বক ক্ষেত্রে প্রাক্কনার ব্যাপন (Diffusion), প্রাক্কনার অস্থায়িত্ব ইত্যাদি।

হিসাব করে দেখা গেছে যে, ১ গ্যালন

জল থেকে যে পরিমাণ ডব্রটেব্রিয়া পাওয়া যায়, সংযোজন বিক্রিয়ার তা  $10^{10}$  ক্যালোরির পরিমাণ শক্তির সমতুল্য অথচ এই পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন করতে প্রয়োজন ৩০০ গ্যালন প্যালোনিম। কাজেই দেখা যাচ্ছে, কত কম খরচে আশ্রয় কত অধিক শক্তির অবিকাশী হতে পারবে! তাছাড়া একেবারে আরও একটা সুবিধা এই যে, কিছু পরিমাণ শক্তিকে আশ্রয় সগাঙ্গরি বিদ্যুৎ-শক্তিরূপে পাও এবং বিভাজন চুঙ্গীর জায় একেবারে কোন তেজস্ক্রিয় ভস্ম (বা বাষ্পের পক্ষে ক্ষতিকর) উৎপন্ন হবে না। কাজেই নিয়ন্ত্রিত সংযোজন বিক্রিয়া খটানো বিজ্ঞানীদের কাছে বর্তমানে একটি চ্যালেঞ্জবাক্য।

## ক্যালার

### অপনকুমার রায়চৌধুরী ও রীনা ভৌমিক

মাক্ষের জীবনে ক্যালার একটি দুরারোগ্য প্রাচীনতম ব্যাধি। মাক্ষ এখন প্রহৃত্তরে পাড়ি দিচ্ছে, কিন্তু আজও ক্যালার দুরারোগ্য ব্যাধির দলেই রয়ে গেছে। অল্পমত বেশভূমিতে তো বটেই—এমন কি, জ্ঞান-বিজ্ঞানে উন্নত বেশভূমিতেও ক্যালার একটি তীতিগ্রন্থ নাম। যদিও এই রোগে যে কোন ব্যপের দ্বী কিংবা পুরুষ আক্রান্ত হতে পারে, তবুও নারীবৎভাবে বলা যায়, ক্যালার বহুত মাক্ষের অস্থব। বিজ্ঞানীরা লক্ষ্য করে দেখেছেন, ৪৫ বছরের অধিক বয়স মাক্ষের মধ্যে এই রোগের প্রাচুর্য্য সাধারণতঃ বেশী দেখা যায়। পৃথিবীতে পড়ে প্রতি বছর প্রায় দুই কোটি লোক ক্যালারে মৃত্যুবরণ পতিত হয়। আশ্রয়ের দেশে প্রতি বছর এক লক্ষ লোকের মধ্যে পঁচালি জন এই রোগে আক্রান্ত হয়।

প্রতি বছর এই বিরাট সংখ্যক লোকের মৃত্যু বিজ্ঞানীদের বহুদিন থেকেই আগ্রহান্বিত করেছে ক্যালারের কারণ এবং নিরানয়ের উপায় জ্ঞানবার ক্ষেত্রে। ক্যালারের কারণ সবচেয়ে জানতে হলে প্রাণিদেহের বৃদ্ধি এবং গঠন-প্রক্রিয়া সম্পর্কে কিছু জামা প্রয়োজন। প্রতিটি বহুকোষী প্রাণী জীবন শুরু করে এককোষী ভ্রূণ অবস্থা থেকে। এই এককোষী ভ্রূণ বিভাজিত হয়ে বহু কোষের সৃষ্টি করে। কিন্তু এই বিভাজন যেমন-তেমন তাইবে হয় না—কতকগুলি নির্দিষ্ট নিয়ম মেনে চলে। তাইলে অধিক দ্রুত হয়, একটি মাত্র কোষ বিভাজিত হয়ে অল্পমত কোষ উৎপন্ন করে এবং তাইটে হাত, পা, চোখ, নুখ, পাকস্থলী, হৃদযন্ত্র ইত্যাদি নারতীর অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ তৈরি করে। উল্লেখ করা যেতে পারে, একটি পূর্ণবয়স



মাত্র অর্ধশতাভুত কোন প্রাণীর অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ-  
গুলির বুদ্ধি একটা নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করার  
পর সাধারণতঃ বৃদ্ধ হয়ে যায়। একটা ছোট  
টুটমারের সাহায্যে ব্যাপারটা বোঝাবার চেষ্টা  
করা যাক। প্রতিটি প্রাণীরই শৈশবের আকৃতি  
বড়টা থাকে, বয়স বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে তা বাতুলে  
থাকে; অর্থাৎ বয়স বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে প্রাণিবেদে  
কোমর সংখ্যা বৃদ্ধি পেতে থাকে। কিন্তু নির্দিষ্ট  
একটা সময়ের পর সাধারণতঃ সব প্রাণীরই দৈহিক  
বুদ্ধি বৃদ্ধি বন্ধ হয়ে যায়; অর্থাৎ এই নির্দিষ্ট বয়সের  
পর বিশেষ কতকগুলি প্রত্যঙ্গ হাড়া অঙ্গ প্রত্যঙ্গ-  
গুলিতে কোমর-বিভাজন বৃদ্ধি হয়ে যায়। এখন  
আমরা ক্যালারের কথাটি কিয়ে যাই।  
ক্যালারের সৃষ্টি হয় তখনই, যখন সাধারণ  
নিয়ম লঙ্ঘন করে শরীরের কোন একটি অংশের  
কোমর-বিভাজন-প্রবণতা বেড়ে যায় এবং পরবর্তী  
কালে মাংসপেশী কেটে গিয়ে কতের সৃষ্টি করে।

ক্যালার রোগীর আক্রান্ত স্থানে একটা কতের  
সৃষ্টি হয়। আপাতদৃষ্টিতে যেন হয় যেন এই স্থানের  
মাংসপেশীতে পচন ঘটেছে। কিন্তু রোগের শুরুতেই  
কতের সৃষ্টি হয় না। প্রথমে আক্রান্ত স্থানে  
অস্বাভাবিক কোমর বৃদ্ধির ফলে একটা টিউমারের  
সৃষ্টি হয়। পরে এই টিউমার কেটে গিয়ে কতের  
আকার ধারণ করে। উল্লেখযোগ্য যে, টিউমার-  
মালেরই সৃষ্টি হয় অপ্রয়োজনীয় কোমর বৃদ্ধির ফলে,  
কিন্তু সব টিউমারই ক্যালারে পরিণত হয় না।

এই শতাব্দীর গোড়া থেকেই বিজ্ঞানীরা  
ক্যালারের কারণ সম্বন্ধে অল্পদ্বিগ্ন হয়ে ওঠেন।  
ডাঃ বেবেঙ্কেন যে, সাধারণতঃ জিনের পরি-  
বর্তনের ফলেই কোমর বিভাজন-প্রবণতা বেড়ে  
যায়। এই পরিবর্তন অনেক কারণেই ঘটতে  
পারে এবং কারণগুলি বাইরে থেকে কৃত্রিম-  
ভাবে অথবা কোমর ভিতরে আপনা থেকে  
সৃষ্টি হতে পারে। বিজ্ঞানীরা বিজ্ঞানের সঙ্গে  
শুধু করে বেবেঙ্কেন যে, প্রাণিবেদে কোমর

আনয়নিত বিভাজন-প্রবণতা এক বেহ থেকে  
অল্প বেহে সঞ্চারিত করাও সম্ভব। ক্যালারীকৃত  
কোন প্রাণীর আক্রান্ত কোমরগুলি অস্ত্রোপচারের  
সাহায্যে যদি এই রোগীর অঙ্গ প্রাণীর বেহে  
স্থাপন করা যায়, তবে সেই প্রাণীও  
রোগীকৃত হয়ে পড়ে। গবেষণার ফলে জানা  
গেছে, প্রায় 50) রকমের রাসায়নিক পদার্থ  
ক্যালার সৃষ্টি করতে পারে। এগুলির মধ্যে কোন  
কোন রাসায়নিক পদার্থকে—এমন কি, যদি  
শরীরের কোন অংশে লাগিয়ে দেওয়া যায়, তবে  
এই অংশের কোমর মধ্যে অনিয়মিত বিভাজন-  
প্রবণতা বেধা যায়।

বিশিষ্ট সূনিষ্ঠিতভাবে বলা বুদ্ধিগত ও  
বিজ্ঞানীদের ধারণা, দিনের পর দিন কল-  
কারখানার ঘোঁরা বিরাট বাতাস নিঃসারের  
সঙ্গে গ্রহণ করলে হুসুহুসে ক্যালার হবার  
সম্ভাবনা থাকে। এই এসঙ্গে দুগ্ধপান সম্বন্ধে  
কয়েকটি কথা বলে রাখা দরকার। প্রাণিবেদে  
দুগ্ধপানের প্রভাব সম্বন্ধে সারা পৃথিবীতে হাজার  
রকমের গবেষণা হয়েছে এবং এখনো হচ্ছে।  
1962 সালে ইংল্যান্ডের একদল চিকিৎসক (Royal  
college of physicians) নিম্নোক্তের অণ-  
কারিতা সম্বন্ধে গবেষণা চালান। আমেরিকার  
সার্জন জেনারেলের পরিচালনার 1964 সালে  
আর একদল চিকিৎসকও এই একই কাজে ব্যাপৃত  
হন। এঁদের মতে, দুগ্ধপানের সঙ্গে হুসুহুসের  
ক্যালারের সূনিষ্ঠিত যোগাযোগ আছে।  
বুটেনের চিকিৎসকদের সমীকার ফলে জানা গেছে,  
গড়ে বাবা মিলে দুটিটির বেশী সিগারেট ধান,  
এমন প্রতি এনারো জনের মধ্যে একজন হুসুহুসের  
ক্যালারে মারা যান। আমেরিকার চিকিৎসকরা  
বেবেঙ্কেন—দুগ্ধপান করেন না, এখন এক লক্ষ  
লোকের মধ্যে গড়ে সাতজন হুসুহুসের ক্যালারে  
মারা যান, অথচ দুগ্ধপান করেন, এখন প্রতি  
এক লক্ষ লোকের মধ্যে এই ঘোনে আক্রান্ত



সংখ্যা ১২৫ জন। যারা পাইল বাব, তাদের মধ্যে কিছু হুসুসনের ক্যালারে আক্রান্তের সংখ্যা অপেক্ষাকৃত কম। এরা সাধারণতঃ ঠোঁট এবং গলদানীর ক্যালারে ভোগেন।

দূর্ব থেকে প্রতিরোধ যে অতিবেগুনী রশ্মি বিকিরিত হচ্ছে, তার অতি সামান্য অংশই পৃথিবীর বায়ুস্তরের স্তরক এছাড়া এড়িয়ে পৃথিবীর মাটিতে এসে পৌঁছয়। এই অতিবেগুনী রশ্মিও ক্যালারের আর একটি কারণ। লক্ষ্য করে দেখা গেছে, যারা ঘরের মধ্যে কাজ করেন, তাদের চেয়ে যারা খোলা আকাশের নীচে কাজ করেন, তাদের মধ্যেই ক্যালারে আক্রান্তের সংখ্যা বেশী। রেডিয়াম, ইউরেনিয়াম প্রকৃতি পদার্থ থেকে বিকিরিত তেজস্ক্রিয় রশ্মিও প্রাণিকোষের অনিয়মিত বিভাজন-প্রবণতা বাড়িয়ে দেয়।

পতীরের মধ্যে জৈব প্রক্রিয়ার ভ্রষ্টর ফলেও ক্যালার হতে পারে। ছেলেদের প্রোট্টে গ্রন্থি এবং ঘেয়েদের বক-ক্যালার সাধারণতঃ হরমোন করণের ভ্রষ্টর ফলেই হয়ে থাকে।

যতদিন পর্যন্ত বিজ্ঞানীরা নিশ্চিত ছিলেন না যে, ক্যালার কোন জীবাণুর দ্বারা সৃষ্ট হতে পারে কিনা। আধুনিক গবেষণার জালা গেছে যে, আফ্রিকার কয়েকটি অঞ্চলের বাতনের মধ্যে চোরাালের ক্যালার (Burkitt's lymphoma) এক ধরনের তাইফাসের দ্বারা সৃষ্ট। আরো জানা গেছে যে, প্রাণিষেহে ক্যালার একাধিক ধরনের তাইফাসের দ্বারা সৃষ্ট হতে পারে। চোরাালের ক্যালার নিয়ে গবেষণারত বিজ্ঞানী অব্যাপক এম. এক. স্ট্যানলী বলেছেন, এই সব তাইফাস সাধারণতঃ বন্যদের দ্বারাই পরিবাহিত হয়ে থাকে।

কিছুদিন আগে পর্যন্ত ক্যালারে আক্রান্ত রোগীর বিরা চিকিৎসার দৃষ্ট্য অব্যাহিত ছিল। আজ বিজ্ঞানের অদৃষ্টপূর্ব উন্নতির ফলে সব জরুরি না হলেও কয়েকটি ক্ষেত্রে অস্ত্রতঃ

চিকিৎসার দ্বারা ক্যালার নিরাসন করা সম্ভব। অস্ত্রতঃ রোগের বহু ক্যালার নিরাসনের ক্ষেত্রে রোগের কারণ দূর করাই সবায় আগে প্রয়োজন। ভাক্সিনেরা এখনো রোগাক্রান্ত কোষগুলিকে অস্ত্রোপচারের দ্বারা পতীর থেকে বাব দিয়ে দেবার চেষ্টা করেন। কিন্তু সব ক্ষেত্রেই এই পদ্ধতি বখেট ফলস্বরূপ হয় না এবং সব জরুরি অস্ত্রোপচারও সম্ভব নয়। আধুনিক-কালে রক্তের রশ্মি ও অস্ত্রতঃ তেজস্ক্রিয় রশ্মির সাহায্যে ক্যালারের চিকিৎসার বখেট ফল পাওয়া যাচ্ছে। এই ধরনের চিকিৎসা দিন দিন জনপ্রিয় হয়ে উঠছে এবং রশ্মি প্রয়োগের পদ্ধতিরও দিন দিন উন্নতি ঘটছে। প্রোট্টে গ্রন্থি এবং বক-ক্যালারের পতকরা পকানটি ক্ষেত্র হরমোন চিকিৎসার ফলে ফল পাওয়া গেছে।

ক্যালার সম্পর্কে বিজ্ঞানীদের প্রধান লক্ষ্য— এই রোগের নিরাসনকারী তত্ত্ব আবিষ্কার করা। কেন না, অস্ত্রোপচার ও রশ্মি প্রয়োগ খুব সহজ-সাধ্য ব্যাপার নয় এবং সর্বক্ষেত্রে অস্ত্রোপচার অথবা রশ্মি প্রয়োগ সম্ভবও নয়। প্রায় ১৫০০ বকরের রাসায়নিক পদার্থের কথা জানা গেছে— ক্যালারের উপর যেগুলির কণ-বেশী প্রভাব আছে। আমেরিকার ভানডাল ক্যালার ইনস্টিটিউটে প্রায় ১৫০০ বকরের উদ্ভিদ এবং উদ্ভিদ পদার্থ নিয়ে গবেষণা হয়েছে। এদের মধ্যে ৪৫ বকরের উদ্ভিদ সম্বন্ধে বিজ্ঞানীরা জানা গিয়েছে। যে সব উদ্ভিদ এই ব্যাপারে বখেট আনাগ্রহ, তন্মধ্যে বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য *Podophyllum glycosides*।

ক্যালার তত্ত্ব বাহুরের অগ্রণ নয়, অস্ত্রতঃ অনেক ক্ষেত্রেই প্রাণীর মধ্যেও এই রোগ দেখা যায়। ক্যালার সম্বন্ধে বিভিন্ন সেনে হাজার বকরের গবেষণা চলছে, তত্ত্বও এই রোগের নিরাসন সম্বন্ধে সুনির্দিষ্টভাবে কিছু বলা আজ পর্যন্ত বিজ্ঞানীদের পক্ষে সম্ভব হয় নি। আগেরই



বলেছি, যিনিও পরিবর্তনের কালেই পরিবর্তনের কালে ক্যালারের দৃষ্টি হয় এবং কেন ক্যালারের দৃষ্টি হয়। যদিও তৃতীয় উপায়ে এই এই পরিবর্তন ঘটে—তা আদিত রহস্যাক্ত পরিবর্তন ঘটানো সম্ভব, তবুও ঠিক কি ধরণের হয়ে গেছে।

## সুন্দরবনের নদীগুলিতে জল-বিদ্যুৎ উৎপাদনের

### সম্ভাব্য পদ্ধতি ও পরিকল্পনা

#### শ্রীমন্তেন্দ্রনাথ বিখাস

সুন্দরবন—পশ্চিমবঙ্গের 24-পরগণা জেলার প্রায় অর্ধেকাংশ জুড়ে এই অঞ্চল পরিব্যাপ্ত হয়ে রয়েছে। এর দক্ষিণাংশে অল্পসংখ্যে রয়েছে সংরক্ষিত বনভূমি। এই বনভূমির আয়তন ক্রমশঃ দক্ষিণে সাগরের দিকে বেড়েই চলেছে। ছোট-বড় অসংখ্য নদী জালের মত এই সুন্দরবনকে পরিবৃত্ত করে রেখেছে। উপরের দিকে নদীগুলির অবিকাশে স্থানে চরা-ভূমির সৃষ্টি হচ্ছে, অনেক নদী বয়ে বাচ্ছে, নুতন নুতন জমি জেমে উঠছে, তৃণভঙ্গ বৌল-অঞ্চল পরিষ্কার করে নুতন নুতন বসতি স্থাপিত হচ্ছে।

ভৌগোলিক অবস্থানের কারণে এই অঞ্চলের নদীগুলিতে প্রায় ছয় ঘণ্টা অস্তর অস্তর দিনে দু'বার জোয়ার ও দু'বার ভাঁটা সংঘটিত হয়। নদীগুলিতে প্রায় প্রতি দিন জলক্ষীতির সময় নিম্নতম জলতলরেখা থেকে উচ্চতম জলতল-রেখার পার্থক্য 15 ফুট থেকে 30 ফুট পর্যন্ত পরিমিত হয়। এই জোয়ার ও ভাঁটার জলের প্রোতবেগ প্রতি সেকেন্ডে প্রায় 5 ফুট থেকে 10 ফুট পর্যন্ত—এমন কি, কোন কোন নদীতে এর গঠন-ভিত্তিতে আরও বেশী প্রোতবেগের দৃষ্টি হয়। এই নদীগুলিতে জোয়ার-ভাঁটার কটি বিশেষ লক্ষণীয় বিষয় এই যে, ভাঁটার

সময় জলের প্রোতবেগ, জোয়ারের প্রোতবেগের চেয়ে প্রায় দ্বিগুণ হয়ে যায়।

ইছামতী, কালিন্দী, কাটাখালি, গোরেশ্বর, বিজাঘরী, ভাঁসা, ছোট কলাগাছিয়া, বড় কলাগাছিয়া, সাহেববাগি, রাইসকল, রায়পুর, ভুবখালি, পুইখালি, বিজা, ঠাকুরান, মাড়লা, হাড়িতাড়া ইত্যাদি নদী ও তাদের শাখা-প্রশাখার বিভিন্ন অবস্থানে এবং আকৃতির তার-তরোও জোয়ার-ভাঁটার প্রোতবেগের বিভিন্নতা দেখা যায়। এত অল্পরক্ত জলের প্রোতবেগের আধিক্য, ভাঁটা ও জোয়ারের জলতলের এত অধিক পার্থক্য, এই দুই স্বীকৃত সত্য এবং এটি জল-বিদ্যুৎ উৎপাদন পরিকল্পনা রূপায়নের মূল উৎস। এই তথ্যকে অবলম্বন করে এই নদীবহুল সুন্দরবনের বিভিন্ন নদীতে একই স্থানে জল-বিদ্যুৎ উৎপাদনের পরিকল্পনা গ্রহণ করা যেতে পারে। এছাড়া নদীগুলির সংগঠন, প্রয়োজনবোধে সরিহিত নদীগুলির সঙ্গে প্রত্যাবর্তন নদীটির সংযোগন বা বিয়োজনের সম্ভাব্যতা, পরিকল্পিত স্থানের অবস্থান, আকৃতি-প্রকৃতি ও পারিপার্শ্বিক অঞ্চলের কুনোয়ান-বিকরণাদির সম্যক পর্যবেক্ষণ ও যথোপযুক্ত

০-পূর্ত (সড়ক) বিভাগ, সার্কে ডিভিশন—  
নং-3, ভবানীতল, কলিকাতা-27

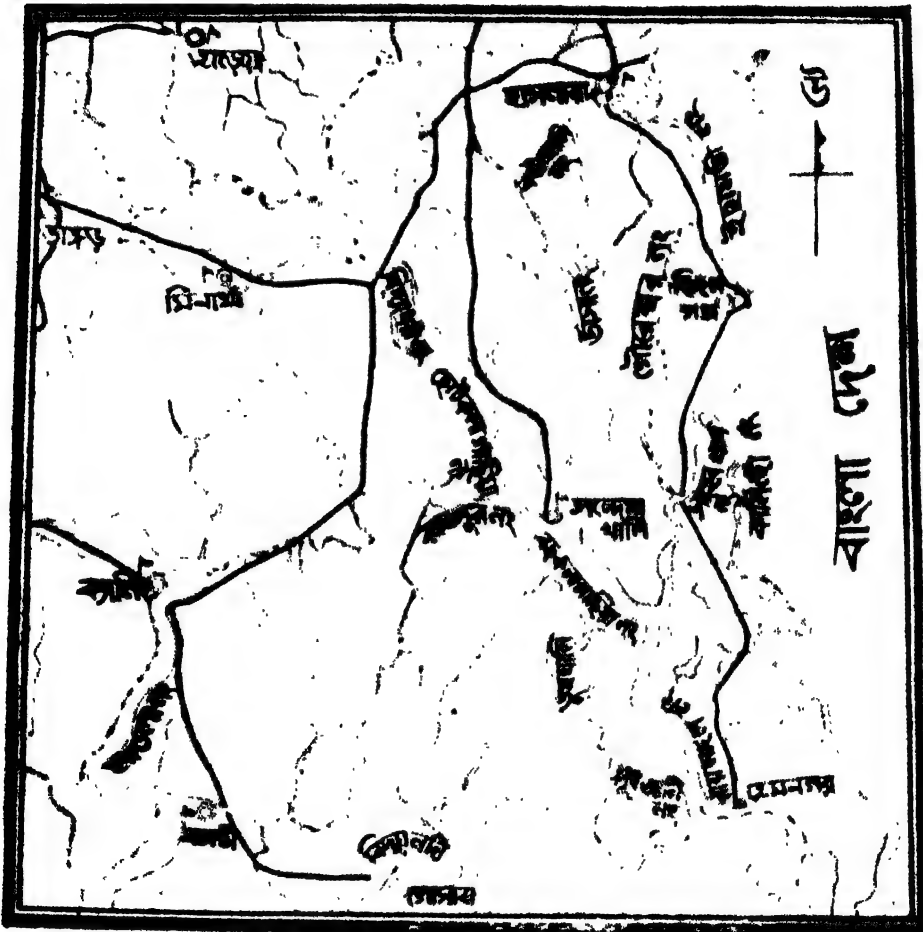


সহযোগে ঐক্যাত্মিক পরীক্ষা-নিরীক্ষার দ্বারা এই প্রস্তাবিত জল-বিদ্যুৎ প্রকল্প সাফল্যের সঙ্গে তপায়িত হতে পারে।

প্রাকৃতিক এক সুযোগ-সুবিধা থাকা সত্ত্বেও যদি আবহাওয়া এইতর জল-বিদ্যুৎ প্রকল্প তপায়নের গঠিত পদ্ধতি নির্ধারণ করতে অপরাধ হই, তবে তাকে আবহাওয়ার জাতীয় জড়তা ও বিশেষত্বের পরিচিত হাফা আর কি বলা যেতে পারে?

প্রকৃতি থেকে বীর কল্যাণার্থে প্রয়োজনীয় অংশটুকু গ্রহণ করে নিজের হৃদয়ে তাকে যথোচিত তপায়ন করে সেই প্রাকৃতিক উৎসটির উপর দৃশ্য প্রভু বিতরণ করে নিজের চাহিদা মিটাতে সক্ষম হয়।

সুন্দরবনের নদীগুলিতে জলবিদ্যুৎ উৎপাদন পরিকল্পনা তপায়নের কয়েকটি তপায়ন। অতি সংক্ষেপে কর্তব্য করছি। এই প্রবন্ধে কোন



১২৭ চিত্র—নদীবিদ্যেত সুন্দরবন অঞ্চলের চিত্রণ।

প্রকৃতির হাতের জীবের কল্যাণ ও অকল্যাণ— এই দুইয়ের মিলিতই প্রকৃতি মাঝাতবে ইতস্ততঃ লীলায়িত হয়ে রয়েছে। হৃদয়ান জীব এই

সামিতির জটিলতার মধ্যে প্রবেশ না করে অতি সহজভাবে বা আপাতদৃষ্টিতে সন্তন, তার উপর ভিত্তি করে এই পরিবেশে জল-বিদ্যুৎ উৎপাদন



পদ্ধতি লব্ধে কয়েকটি পদ্যার পর্যালোচনা করবো। অবশ্য গণিতের দৃষ্টিতে এর পদ্ধতিতে রয়েছে।

জল-বিদ্যুৎ উৎপাদনের প্রধান উপাধার পর্যাপ্ত জল ও টার্বাইন প্রকল্প থেকে জলধারে জলের যথেষ্ট উচ্চতা। এই উচ্চতা পানার ক্ষেত্রে পার্বত্য অঞ্চলে কোন নদীর উপর পথে উপযুক্ত স্থানে উচ্চ তলরেখার তুল্যি ধীরে সাহায্যে জলধার সৃষ্টি করে সেবার থেকে কোন পেনস্টক বা স্লুইস সাহায্যে নদীর নিম্ন পথে নির্মিত টার্বাইন প্রকল্পে জল প্রবাহিত করা হয়। এই পদ্ধতিই সাধারণতঃ জল-বিদ্যুৎ উৎপাদনে গ্রহণ করা হয়। পার্বত্য নদীতে এর নির্মাণকার্যে প্রচুর অর্থ ব্যয় হয় এবং অধিকাংশ ক্ষেত্রেই সম্বলসম্পাদী প্রয়োজনীয় জলের চাহিদা এইসব নদী মিটাতে পারে না। আবার জল প্রবাহের সঙ্গে প্রায়ই ছোট ছোট প্রত্যন্ত ও বালি বাহিত হয়ে এসে টার্বাইনের যথেষ্ট কতিপাতনও করে। ফলে বহুরের বিভিন্ন সময়ে বিদ্যুৎ সরবরাহেরও যথেষ্ট তাড়ন্য ঘটে। পার্বত্য অঞ্চলে সর্বত্র এইরূপ জলবাহী নদী পাওয়া সম্ভব নয়। আবার এমন অনেক নদী আছে, যাদের উৎপত্তি স্থলে বা এর প্রতিপথে এইরূপ পরিকল্পনার নির্মিত জলধার সৃষ্টি করলে তা পরিবাহিত হয়ে পার্বত্য বহু ভবি জলবহু করে। এতে জল-বিদ্যুৎ উৎপাদন সম্ভব হয় বটে, কিন্তু বহু চাপের জমি ও বনভূমি বিলুপ্ত হয়। পর্যাপ্তপক্ষে বনের জলসম্পাদন পরবর্তী কালে পার্বত্যের জল সাধারণ সহায়তা হয়। একের বিনাম অপরের বিকাশ সাধনের পুচ্ছা করে।

সুন্দরবনের নদীগুলির সংযোগে জল-বিদ্যুৎ প্রকল্প প্রণয়ন ও রূপায়ণে অপেক্ষাকৃত অনেক কম অর্থের প্রয়োজন হবে। কেন না, এখানে নদীতে আড়াআড়িভাবে ভেদন কোন বিবালকার ধীরে প্রয়োজন হবে না। কেবলমাত্র চাকের দেহ বস্তুর কর্কট নদীর ধারে ধারে নির্মিত বাটির

ধাৰী এই পরিকল্পনার পক্ষে যথেষ্ট। নদী থেকে জল গ্রহণকারী ও অপেক্ষাকৃত ছোট আকারের জলধার অর্থাৎ বহু বহু পুচ্ছের আকারে স্রোতবদ্ধভাবে কয়েকটি জলধার চতুর্ভুজিক বাটির ধীরে সাহায্যে নির্মাণ করলেই চলবে। আর টার্বাইন, বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র এবং টার্বাইন থেকে পরিত্যক্ত জলরাশিকে নদীতে মের করে দেবার ক্ষেত্রে জল-বিক্রয়ী একটি বাল বননের প্রয়োজন হবে। এই তো পেন পরিকল্পনার মূল্য অংশগুলি। তদুপরি রয়েছে আনুমানিক অত্যন্ত মৌল অংশগুলি; যেমন—নদীর জলে তাসমান ও প্রলম্বিত পদার্থগুলি জলগ্রহণকারী বাল সাতে প্রবেশ করতে না পারে সে ক্ষেত্রে নদীস্রোত বালের মূলে উপযুক্ত ডাক্তি স্থাপন, জল-গ্রহণকারী ও জলবিক্রয়ী বালের মূলে নদীস্রোত স্থানে কপাট কল স্থাপন প্রভৃতি কাজগুলির সম্পাদনও সম্পূর্ণ প্রকল্প রূপায়ণের সঙ্গে সঙ্গেই চলবে।

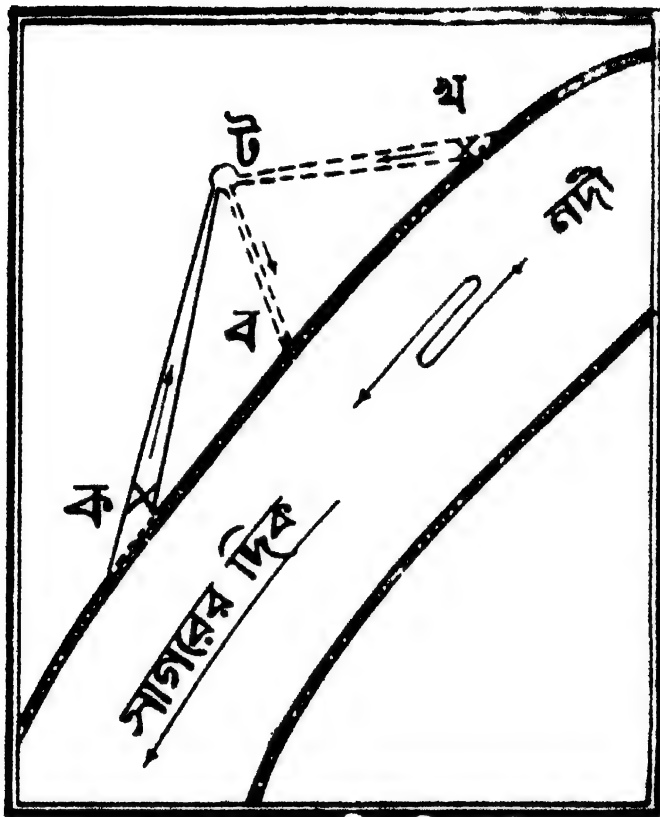
সাধারণতঃ দুই পদ্ধতিতে এই জাতীয় প্রকল্পে টার্বাইনে জল প্রবাহিত করা যেতে পারে; যথা—(১) প্রত্যক ও (২) পরোক্ষ পদ্ধতি। প্রত্যক পদ্ধতি—এই পদ্ধতিতে নদীর জলপ্রোতের গতিবেগকে প্রত্যকভাবে কাজে লাগানো হয়। কোন বাল, স্লু বা পেনস্টকের সাহায্যে নদী থেকে জল টার্বাইনে প্রবাহিত করানো হয়। জলপ্রবাহের পবগুলি নীতিমতভাবে সাধারণতঃ তিনটি পদ্যার নির্মাণ করা যেতে পারে।

(ক) প্রযোজ্য পদ্যার জল নদী থেকে সোজা পথে কোন প্রতিবন্ধকের সম্মুখীন না হয়ে টার্বাইনে প্রবেশ করে। এই পথের আড়তি নদী থেকে টার্বাইনের দিকে জলধারে পরিবর্তিত হয়ে বৃহত্তর লব্ধেব আয়তন থেকে বৃহত্তর লব্ধেব আয়তনের পরিমাণে নির্মিত হয়। এই পথে প্রবাহিত জলপ্রোতের বেগ নদী থেকে বৃহত্তর প্রোতবেগের চেয়ে কয়েক গুণ বৃদ্ধি পায় বলে



পড়িয়ে উল্লুত্ব দ্বারা সংরক্ষিত টার্বাইনে অবস্থার থেকে যে পূর্ণী ভাবে এবং পূর্ণীভাব  
প্রাপ্ত হই (২০০ টন)।

(৭) দ্বিতীয় বিধানে নদী থেকে জলগ্রহণকারী অবস্থানে টার্বাইনে প্রবাহিত করে এই নদ  
পথ নবকোণার নদিল আকারে উল্লুত্ব দ্বারা পূর্ণীভাব করে (৩০০ টন)।

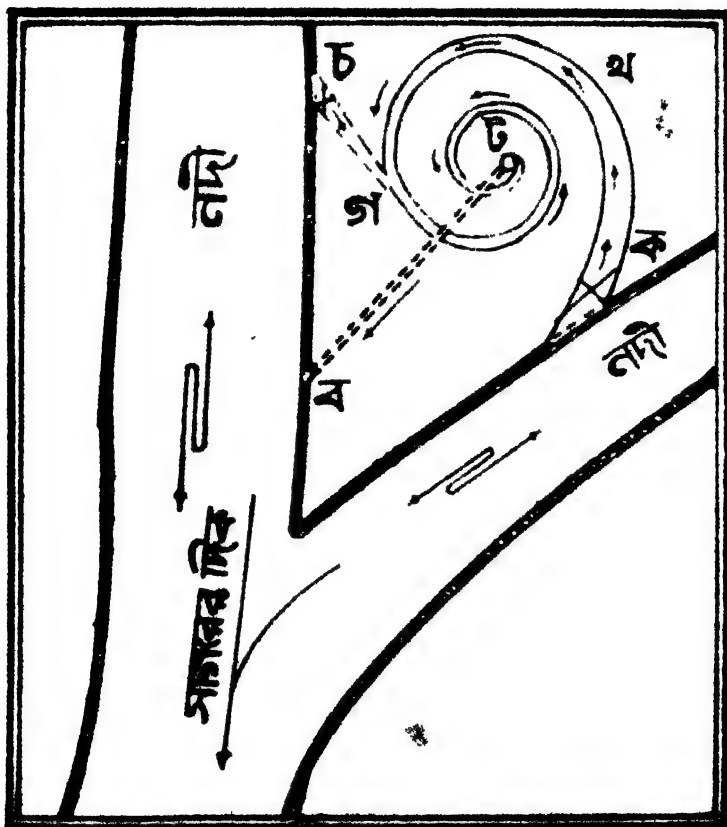


২০০ টন—এতক পড়িয়ে নদীর জল জোয়ার ও ভাটার সময় মোটামুটি টার্বাইনে  
প্রবাহিত করা হইবে। যদ্বিধে ট—টার্বাইন, ক ট ও ব ট—যথাক্রমে জোয়ার ও  
ভাটার জলগ্রহণকারী পথ এবং ট ক-টার্বাইন থেকে জল বের হয়ে বাবার পথ।

আবৃত্ত হই বন বা আবৃত্ত বন আকারে নবকোণার নদিল আকারে জল গ্রহণকারী  
পেশকর জল: দুইভর লব্ধে আতন পথের বিশেষ এই যে, এই পথ পরিষ্কারের  
থেকে নদীর জল আতন হিসাবে নদীর জল নিরবিচ্ছিন্নভাবে প্রবাহিত হই,  
নিরবিচ্ছিন্ন হই। এই পথ কুশলিত ও টার্বাইন প্রবাহিত করে জলের মধ্যে সংঘাতজনিত কোন  
কেন্দ্রের জল অগ্রসরী সংরক্ষিত হই। এই প্রতিকূলতার ঝড় হই না, কলে জলপতির  
পথ পরিষ্কারের সময় জলের গতিবেগ প্রবাহিত কোনও অংশ অংশ হই না।  
সুবিধার হই এবং এর গতিবেগে অববর্ত পূর্ণীভাব জল প্রবাহিতের লব্ধে আতন ও বৈধ



এমন ভাবে পরিকল্পিত হতে হবে—যাতে জনগোষ্ঠকে এই একই পদ্ধতিতে টার্গাইনে জোরারের হয় যতটা ভো জন পাওয়া যাবেই, প্রবাহিত করা যেতে পারে। তাঁটার যোজবন্দ তদুপরি জোরারের সেবে তাঁটা আরম্ভ হবার জোরারের যোজবন্দে তে আর বিভাগ—পয়েত দুই যতটা জন পাওয়া যাবে। এমনিভাবে এই তথ্যের উপর ভিত্তি করে তাঁটার সময়ের



3য় চিত্র—প্রত্যেক পদ্ধতিতে নদীর জল জোরার ও তাঁটার সময় সবকোণের সন্নিহিত আকৃতির খাল, হ্রদ বা পেমটকের সাহায্যে টার্গাইনে প্রবাহিত করা হচ্ছে।  
 ছবিতে ট—টার্গাইন, ক ব গ ট ও চ গ ট—যথাক্রমে জোরার ও তাঁটার জল-গ্রহণকারী পথ এবং ট খ—টার্গাইন থেকে জল বের হয়ে যাবার পথ।

দিনের 24 ঘণ্টা সময়ের মধ্যে 16 ঘণ্টাখাপি এই একই জনপদের সাহায্যে টার্গাইনে জল সরবরাহ করা সম্ভব হতে পারে।

আবার নদীর আকৃতি-প্রকৃতি ও আকস্মিক ভূপ্রকৃতির উপর নির্ভর করে তাঁটার সময়ও বিকল্প জনগ্রহণকারী পথের সাহায্যে তাঁটার

জল বেশী সময়খাপি টার্গাইনে প্রবাহিত করালে, জল-বিদ্যুৎ প্রকর রপায়ণ অনেক সহজসাধ্য হবে।

আবার একক সম্ভব হতে পারে—জোরার ও তাঁটার—এই উভয় সময়েরই জল গতিবেগকে কুট বিকল্প পথে টার্গাইনে প্রবাহিত করিয়ে (চিত্র-৩য়)

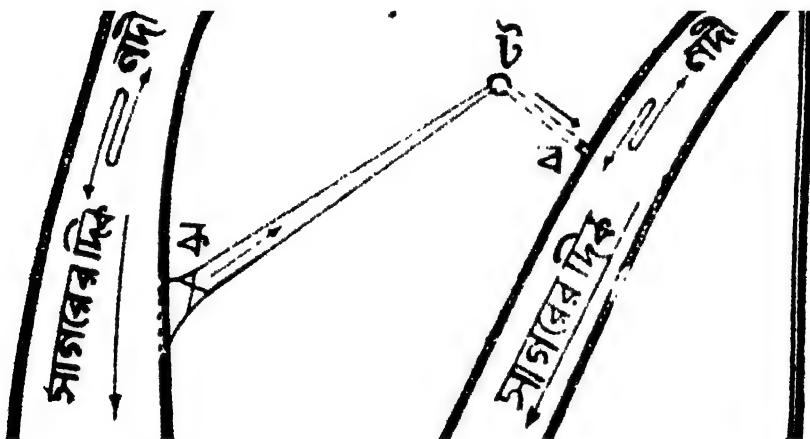


ক্রটিয়া) ও পর পর খোলা বেগে যিরে ২৪ ঘণ্টাব্যাপী টার্বাইন চালানো হবে।

(দ) অনেক ক্ষেত্রে আকস্মিক ভূপ্রকৃতি ও নদীর আকৃতি-প্রকৃতির উপর নির্ভর করে নদী থেকে জল গ্রহণকারী পথ এমনভাবে পরিকল্পনা করা যায়, যাতে বালির প্রবলতর স্থল বিস্তার জোরারের দ্বারা এককালীন অনেক পরিমাণ জল নদীর জলের গতিবেগের চেয়ে অপেক্ষাকৃত বেশী বেগে প্রবর্তিত হয়ে ক্রমশঃ নদীতীরের লম্বচ্ছেদে আয়তন-বিশিষ্ট পথে আয়তন করে ও গতিবেগ বৃদ্ধিপ্রাপ্ত

কিছুকণ টার্বাইন চালানতে সক্ষম হবে। এতে টার্বাইন ২৪ ঘণ্টা ধরেই চলবে।

অপেক্ষাকৃত পরিষ্কার জল, যে জলে প্রদত্ত পদার্থ বিশেষ থাকে না, যে নদীর জলে পলিমাটির পরিমাণ খুব কম থাকে, যেখানে নদীর জল স্বচ্ছ, সেখানে এই পদ্ধতি লাগানোর সঙ্গে গ্রহণ করা যেতে পারে। টার্বাইন একরকম থেকে বহিষ্কৃত জলরাশি যাতে সহজেই তঁটাতার সময় নদীপথে বের হয়ে যেতে পারে—তার সম্ভাবনাক পত্তীকা করে দেখতে হবে।



৪নং চিত্র—প্রত্যেক পদ্ধতিতে নদীর জল জোরারের সময় প্রবল বেগে জলগ্রহণকারী খালে ঢুকতে খালের পরিকল্পিত ঠেলখোঁ বয়েষ্ট পরিমাণ জল সঞ্চিত হচ্ছে। ছবিতে ট-টার্বাইন, ক ট-জলগ্রহণকারী পথ এবং উ-টার্বাইন থেকে জল বের হয়ে বাবার পথ।

হয়ে টার্বাইনের দিকে প্রবর্তিত হতে থাকে এবং বহুতর পর্বত জলপ্রবাহ খালের অভ্যন্তরের দিকে থাকবে, ততক্ষণই এই নদীপথের স্থল উদ্ধৃত থাকবে এবং খালে বিপরীত দিকে জলপ্রবাহ আরম্ভ করার পূর্ব মুহূর্তে কপাট কলের সাহায্যে স্থল বন্ধ হয়ে যাবে (৪নং চিত্র)। খালে একটি জলরাশি পদ্ধতী জোরার আরম্ভ করার পরেও

পরের পদ্ধতি—এই পদ্ধতিতে নদীর জলপ্রবাহের বেগ প্রত্যেকভাবে টার্বাইন চালানোর ব্যাহত হয় না। নদী থেকে জোরারের সময় আঁকাবাঁকা খালের সাহায্যে জল উপযুক্ত জলাধারে সংগৃহীত হয় (৫নং চিত্র ক্রটিয়া)। এই আঁকাবাঁকা পথ পরিকল্পনের সময় জল তাঁর পনি ও অভ্যন্ত প্রদত্ত পদার্থ







নদীর জল এই পদ্ধতির সাহায্যে অপেক্ষাকৃত বহু অবস্থায় টার্বাইনে প্রবাহিত করা যাবে। সংশ্লিষ্ট জলাধারে জলের উচ্চতা বোঝার জন্যে উচ্চতর জলরেখা পর্যন্ত রাখা হয়। টার্বাইন ট্রেনসমিট নদীর তঁাটার জলতলের কয়েক ফুট উপরে স্থাপিত করা হয় এবং টার্বাইন প্রত্যেক জলাধারের বত বিকট সম্ভব নির্দিষ্ট হওয়া বাঞ্ছনীয়। জলাধার দু'খ থেকে কখনও কুছতর লম্বাচ্ছেন আয়তননির্দিষ্ট পেনস্টকের সাহায্যে জলের গতিবেগ ক্রমাগত বর্ধিত করে প্রয়োজনীয় নির্দিষ্ট গতিবেগ ও নির্দিষ্ট পরিমাণ জল টার্বাইনে প্রবাহিত করা হয়।

জলগ্রহণকারী বাল, হুব বা পেনস্টকের সুখে নদীসংলগ্ন স্থানে উপযুক্ত হ্রাসনি স্থাপন করে নদী থেকে কচুগীপান্না বা অস্ত্রাক্ত তালুখান পদার্থের আশ্রয়ন প্রতিরোধ করা হয়। এতে অপেক্ষাকৃত পরিষ্কার জল পাওয়া যায়। বোয়ার ও তঁাটার জল গ্রহণের ক্ষেত্রে কয়েকটি বিকল্প বাল খনন করা হয়। এতে পলি বা বালি জমে থাকলে তলদেশ তরাট হয়ে গেলে প্রয়োজন বত পর পর তাদের সংস্কারসাধনে স্তুবিধা হয়। তেমনিতাবেই জল সংরক্ষণের নিষিদ্ধ কয়েকটি জলাধারসমষ্টি ও জলগ্রহণকারী বিকল্প আকারিকা বাল খনন করলে প্রয়োজনের সময় একটি সমষ্টি বহু প্রবেশতার সংস্কার করা যায় ও অপর সমষ্টির সাহায্যে টার্বাইন চালানো যায়। এই একই উদ্দেশ্যে টার্বাইন থেকে বহির্গত জল নিকাশের ক্ষেত্রেও একাধিক জননিকাশী বাল খননের প্রয়োজনীয়তা আছে। এই জননিকাশী বাল খননভাবে পরিকল্পিত হতে হবে, যাতে টার্বাইন কর্তৃক অন্ততপক্ষে ১২ বর্গা সময়ের ব্যবহৃত জল ঐ নিকাশী বাল দ্বারা বহুতর পারে। তঁাটার সময় কদাচিৎ কল বুলে এই সংগৃহীত জল নদীপথে বের করে দেওয়া হয়।

অন্তোতনবোঝে সবকোশের সর্গিল আকৃতির

বাল, হুব বা সাধারণ বালের তলদেশ ও তিতরকার পার্শ্বদেশ পাকা ও বন্ধ করে নির্দিষ্ট হলে জলের গতিবেগের আধিক্যে থাকলে পার্শ্বদেশ বা তলদেশে কোনরূপ ভাঙন বা গর্তের সৃষ্টি হতে পারে না। পার্শ্বদেশ ও তলদেশ বন্ধ হওয়ার ফলে জলের গতিবেগের কোনরূপ হ্রাসপ্রাপ্তি ঘটে না এবং প্রায় সম্পূর্ণ গতিশক্তি অধুদ থাকে।

উপরে বর্ণিত পদ্ধতিগুলি বখাবখভাবে অল্পকতির বিশেষণ সহকারে পবেষণা করলে এইরূপ পদ্ধতিগুলির সত্তাব্যতা সম্বন্ধে নিঃসন্দেহ হওয়া যায়। আবার বৃহৎ বিধান, এইরূপ অল্পকতি বিশেষণে আরও আয়ুর্নতিক নূতন তথ্য ও নূতন জল-বিদ্যুৎ উৎপাদন পদ্ধতি সম্বন্ধে জান লাভ করা যাবে এবং তাদের সহজ প্রয়োগ ও তপায়নের দ্বারা উপযুক্ত হবে।

উদাহরণস্বরূপ এখানে বলা যেতে পারে যে, প্রত্যেক ও পরোক্ষ—এই দুই পদ্ধতিতেই প্রয়োজন-বোধে টার্বাইনে প্রবাহিত জলপথকে ক্রমাগত পরিবর্তনশীল সর্গীতর লম্বাচ্ছেন আয়তনের মধ্যে, পূর্ণনির্ধারিত জলের গতিবেগ ও গতিশক্তি অর্জনের পর টার্বাইন থেকে পূর্ণনির্ধারিত হুগে, উচ্চতায় ও পূর্ণপরিকল্পিত সব-লম্বাচ্ছেন হিসাবে নির্ধারিত করলে গতিপথে জলের স্তর গতিবেগ ও নির্দিষ্ট প্রবাহধারা পাওয়া সম্ভব হয় (৬ নং চিত্র)। এতে প্রবাহমান জলধারার জলশক্তির বিশেষ কোনরূপ অপচয় ঘটে না। এই পরিকল্পনা জলগ্রহণকারী যে কোন আকারের পথের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হতে পারে।

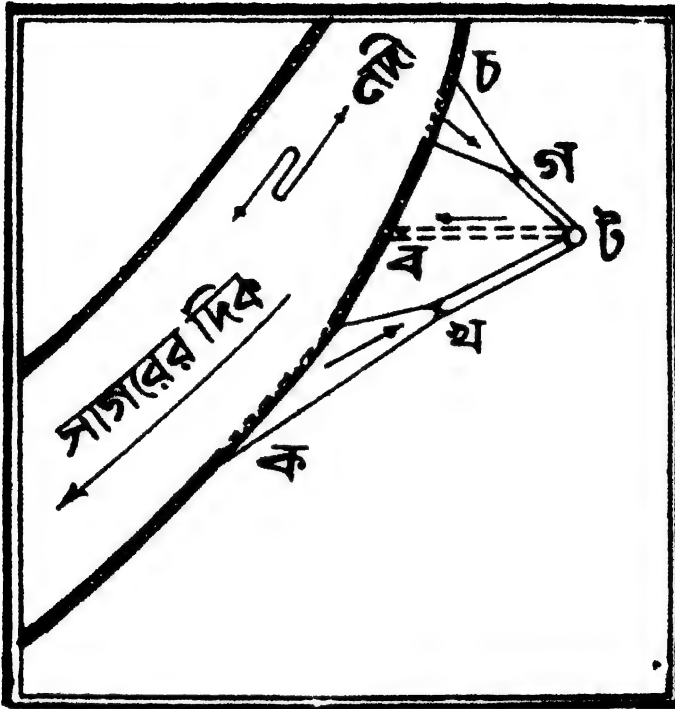
সুন্দরবনের নদীগুলির জল লবণাক্ত। এই নোনা জলের অববরত সম্পর্কে পেনস্টক ও টার্বাইনের বাহুনির্ধারিত অংশগুলি ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে। তবে কোনকোন ইত্যাদি নোনা নিরোষক বাহুর সাহায্যে পেনস্টক ও টার্বাইনের



অংশগুলি নির্ধিত হলে এই নোমাকরের কোন সম্ভাবনা থাকে না।

নদীতে জলের অবতানের বিভিন্নতা, জলের গতিবেগ, জলের পরিমাণ, জলের স্বচ্ছতা এবং

জলবায়নের নদীগুলির অনেক নদীতেই এই পদ্ধতিগুলির সাহায্যে টার্বাইন চালানো সম্ভব হবে। বহিঃ নদীগুলিতে জোয়ার-ভাটার জনতলের পার্থক্য 15 ফুট থেকে 30 ফুট মাত্র।



৬নং চিত্র—ট—টার্বাইন, ক খ ট ও চ গ ট—যথাক্রমে জোয়ার ও ভাটার জলগ্রহণকারী পথ।

ক খ ও চ গ—ক্রমঃ পরিবর্তনশীল লম্বাচ্ছেদ আয়তনবিশিষ্ট পথ এবং খ ট গ ট

সব-লম্বাচ্ছেদ আয়তনবিশিষ্ট পথ। ট খ—টার্বাইন থেকে জল বের হয়ে যাওয়ার পথ।

আকস্মিক ভূসংস্থানের বিপর্যাসের উপর নির্ভর করে কোন নদীর কোন স্থানে জল-বিদ্যুৎ উৎপাদনের কোন পদ্ধতি গ্রহণ করা হবে, তা নির্ণীত হয়। জলে পলি ও অজীবাংশ প্রদূষিত পদার্থের অবস্থিতির পরিমাপের উপর এর সফলতা অনেকটা নির্ভর করে। অবশ্য টার্বাইনে প্রযোজিত জলকে এই সব পদার্থ থেকে মুক্ত করার মাথা কৌশলগত উদ্ভাবন করতে হবে, তবেই এই প্রকল্প রূপায়ণে পূর্বসাক্ষ্য অর্জন করা যাবে।

তবুও আশা করা যায় এই অল্প উচ্চতার সাহায্যেও ছোট ছোট টার্বাইন জেনারেটর ইউনিট স্থাপন করে সাকলোর সঙ্গে জল-বিদ্যুৎ উৎপাদন করা যেতে পারে। এইরূপ করেই ক্ষুদ্র ইউনিট থেকে কয়েক শত মেগাওয়াট বিদ্যুৎ উৎপাদন করা সম্ভব হবে। এই ক্ষুদ্র ইউনিট সংস্থাপনে ব্যয়ও কম পড়বে। অনেক ইউনিট সংস্থাপনে ও পরিচালনায় বহু শ্রমের কর্ম সংস্থানও হবে।



জীবনবোধের এই এক-বিদ্যাৎ প্রকর সাক্ষ্যযুক্ত হলে দেশের বিদ্যাতের অভাব যোচন হবে, বিদ্যাতের সূত্রও কম পড়বে, গ্রাম্য অকলে গুরু ব্যয়িক শিল্প বিকাশের প্রসারিতা লাভ করবে। গ্রাম্য অকলে বিদ্যাৎ সরবরাহ পরিকল্পনার অপরিণত সহজতর হয়ে উঠবে।

দেশের 'সমুদ্র বিপ্লব' স্বাক্ষর সাক্ষ্যযুক্ত হয়ে উঠবে। এই পরিকল্পনা দেশের জীবনবোধের বেকার সমস্যা সমাধানের অস্তিত্ব বুঝা সূচিকা গ্রহণ করবে। দেশের আর্থিক উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে দেশ সমৃদ্ধিশালী হয়ে উঠবে। বিকটবর্তী রাজ্য ও দেশসমূহে বিদ্যাৎ সরবরাহ সম্ভব হবে।

## পত্র

### বিজ্ঞানের জনপ্রিয়করণ

বহাণর,

বিজ্ঞানের সাধারণ পাঠিকা হিসাবে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞানের' সম্পাদক যতনীর সমীপে কিছু বক্তব্য আছে। আজকের যুগ বিজ্ঞানের যুগ—এ যুক্তি দিনরাত আমরা যে না তমহি, তা নয়। কিন্তু বড়টা তমহি, ততটা ঠিক সাধারণ সমাজে এসে পৌঁছয় নি—বিশেষতঃ আমাদের দেশের বড় উন্নতশীল দেশগুলিতে। উদাহরণস্বরূপ রকেটের গতির যুগেও কলকাতা থেকে যথেষ্ট প্রায় তিন দিন লেগে যাচ্ছে আর কলকাতা থেকে সাওপলোতে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' আসতে তো প্রায় ছয় মাস।

ব্যবহারিক জগতে বহিঃ বিজ্ঞান কিছুটা সকল, কিন্তু মনোজগতের ক্ষেত্রে বিজ্ঞান এখনও সাধারণ বহলে নাড়া দিতে পারে নি। বাইরের বাড়ী পেরিয়ে ভিতরের অধ্যয়নবলে প্রবেশের অধিকার বিজ্ঞান এখনও পায় নি; তার একমাত্র কারণ জনপ্রিয় বিজ্ঞান লেখকের অভাব। (প্রিয়জন-রতন বসুচৌধুরী 'জনপ্রিয় বিজ্ঞান ও বাংলা সাহিত্য' জ্ঞান ও বিজ্ঞান, জুলাই সংখ্যা '৭২ নম্বরকে পড়তে লিখিতের অহরোধ করি)। বিশেষ পরিচিত ও অভ্যস্ত ছাড়া কাউকে কি আমরা বৈঠকখানা ছাড়িয়ে ভিতরের ঘরে নিয়ে যাই? বাই না।

কেন্দ্র ভাগ বিজ্ঞানের লেখা হয় ইংরেজী

কয়েকটি পাঠ্যপুস্তক থেকে অহরহা সমুদ্রা কেবলমাত্র কতকগুলি ভাষ্যের সমষ্টি—এতে করে পড়তে ভাল লাগে না ঘোটেই।

একত্রে অহরোধ করি বিজ্ঞান বিষয়ক প্রতিটি রচনা প্রকাশের আগে যেন লেখকের প্রকাশ্যতম, নিজস্বতা, সাবলীলতা, মনোপ্রাণিতা ইত্যাদি বিষয়গুলির উপর যেন অরো যেথা জোর দেওয়া হয়, তদুপায় বিষয়বস্তুর উপর লক্ষ্য যেন সীমাবদ্ধ না থাকে। লেখার মান উন্নত করার জন্তে বৎসরাতে কোন্ লেখাটা সে বছরের স্রেষ্ঠ ও মনোজ হুয়েছে, সে ব্যাপারে নির্বাচক যতনী পাঠক-পাঠিকা মহলের যত গ্রহণ করে সেই বছরের স্রেষ্ঠ 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' লেখককে পুরস্কৃত করতে পারেন। সূচ্যটাই বড় নয়—বীজিতটাই বড়। নৃতনদের কাছে এর সূচ্য অপসীমীম এবং তাতে লেখার মান উন্নত, আধুনিক ও সাহিত্যরসে পরিপূর্ণ হলে, তখন কিন্তু সাধারণ পাঠক সমাজ তাদের জীবনযাত্রার বিজ্ঞানের কাছে আগনি খুলে দরবে। বাংলা বিজ্ঞানের বহল প্রচারের জন্তে দিনরাত জব্ব করে চলছেন, তাঁদের প্রচেষ্টাও তখন সার্থক হবে। ইতি—

মেহিকা বসু

Rua Maria Antonia 100  
Apto—500, Sao Paulo, Brazil



### হাতি-হাতীদেহের জন্তে বিজ্ঞান বিভাগ

বহাশ্ব,

এই পত্রের মাধ্যমে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকা সম্পর্কে উপবেষ্টা ও সম্পাদক মহোদয় কৃষ্টি আকর্ষণ করতে চাই। বর্তমানে বিজ্ঞান চর্চাকারী ও বিজ্ঞানার্থী হাতিসমাজের সুবন্দন বলা বাত, এরকম কোন হাতী পত্রিকা বাংলাভাষার প্রকাশিত হচ্ছে না। 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার মাধ্যমে বাংলাভাষী হাতিসমাজের জন্তে কিছু করণীয় আছে। বাংলাভাষী বিভিন্ন হাতি-হাতীর সংস্পর্শে আসবার সুযোগ ঘটায় তাদের বক্তব্য শোনার সুযোগ হয়েছে। তাদের বক্তব্য থেকে-আবার ধারণা হয়েছে যে, তারা বাংলাভাষার মাধ্যমেই ভালভাবে বিজ্ঞানের পাঠ্যবিষয়গুলি অধ্যয়নে ইচ্ছুক, কিন্তু উপযুক্ত পরিশীলিত পাঠ্যপুস্তকের অভাব তাদের ইচ্ছাপূরণের পথে বাধাব্যব। বাংলাভাষী জনসমাজকে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' একমাত্র সুপ্রচলিত ও সুপ্রসিদ্ধ বিজ্ঞান-পত্রিকা। আভাবিকভাবে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান'ের কাছে আশাবাদের আশা, তারা আশাবাদের হাতিদেহের জন্তে কিছু করবেন। কি করা যেতে পারে আশি তার কিছুটা আভাস দিতে পারি।

'জ্ঞান ও বিজ্ঞান'ের প্রতি সংখ্যায় একটি ক্রোড়পত্র প্রকাশ করা যেতে পারে। ঐ ক্রোড়পত্রে থাকবে হাতিপাঠ্য বিভিন্ন বিষয়ে লিখিত মূল্যবান তথ্যবহুল সরল আকর্ষণীয় প্রবন্ধাবলী। সম্ভব হলে প্রণবী (Classic) গবেষণা-নিবন্ধসমূহের অঙ্কুর ও অঙ্কুরিত ভাবার প্রকাশিত আকর্ষণীয় প্রবন্ধাবলির অঙ্কুর।

'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার উত্তরণে বিভিন্ন সময়ে হাতিপাঠ্য বিভিন্ন বিষয়ে বাংলাভাষার বক্তৃতাগুলির আয়োজন করা যেতে পারে।

নির্দিষ্ট বিষয়ে আগ্রহী ব্যক্তি ও হাতিদেহ সমাবেশে বক্তা তাঁর বক্তব্য বসবেন এবং বক্তৃতাতে আলোচনাও হবে। ঐ বক্তৃতাগুলি এবং আলোচনাদি ক্রোড়পত্রের অন্তর্ভুক্ত হবে। সম্ভব হলে, বক্তাকে কিছু সম্মান-বকিণা দেবার ব্যবস্থা রাখতে হবে।

প্রত্যাবৃত্ত ক্রোড়পত্র 'হাতি বিজ্ঞানীর বক্তৃতা'র অন্তর্ভুক্ত হতে পারে এবং এভাবে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার 'হাতি বিজ্ঞানীর বক্তৃতা' অবিলম্বে খোঁসবার প্রয়োজন অল্পত্ব করছি। এই বিশেষ বক্তৃতাটি হাতিদেহের বাংলাভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞান চর্চায় সম্ভবপর সকল সাহায্য করতে প্রস্তুত থাকবে। এই বিশেষ বক্তৃতাটির পরিচালকমণ্ডলীতে থাকবেন বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার ব্যক্তিবর্গ। কিন্তু মানবিক দায়িত্ব সুবৃদ্ধভাবে পালনের জন্তে বাংলাভাষা ও বিজ্ঞান কাজ চালানোর দত্ত জানেন এরকম একজন উৎসাহী কর্মীকে হাতী পদ সৃষ্টি করে বহাল করতে হবে।

এভাবে আশাবাদের হাতিসমাজের প্রয়োজনীয় উপযুক্ত পরিশীলিত পাঠ্যপুস্তকের অভাব কিছুটা যেটানো সম্ভব হবে এবং দেশের তরুণ সম্ভাব্য হাতিভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞানকে জনপ্রিয় করার উৎসাহী হবেন।

আশা করি, আবার পত্রটি অপনাদের সাহায্যে বিবেচনার সুযোগ লাভে বঞ্চিত হবে না।

অত্যাতে নিবেদন  
ইতি

বিনীতা

জলিতা হুজু

15, বনাক বাসান

কলিকাতা-48



## কৃষি-সংবাদ

### গভীর জলের ধানগাছ

আসাম কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ের ডি. এন. বরঠাকুর এই সম্বন্ধে লিখেছেন—ধান একটি এমন কদল বা নানা বিকৃত আবহাওয়া ও পরিস্থিতিতে জন্মানো ধান। এই কদল যেমন অনেক উচু ও বাড়ানো জায়গায় জন্মানো ধান, তেমনি খুব নীচু জায়গায় জন্মে—এমন কি ৪-৫ মিটার পর্যন্ত দাঁড়ানো জলের মধ্যেও জন্মানো যেতে পারে। এই ধরনের জলে-ডোবা জলের উপযুক্ত ধানকে গভীর জলের ধান বলা হয়। কখনও কখনও এগুলিকে বস্তা সহনশীল প্রকারও বলা হয়, কারণ এগুলি কিছু সময় পর্যন্ত নিজেদের বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে ক্রমশঃ জলশীতি সত্ত্ব করতে পারে। অবশ্য এটি গাছগুলি সব ধরনের বস্তা সত্ত্ব করতে পারে না। বিশেষতঃ আসামের বস্তাশ্রম জলের পক্ষে এগুলি উপযুক্ত নয়। এদের অনেক সময় ভালমান দানও বলা হয়ে থাকে।

গভীর জলের ধানের সবচেয়ে বড় বৈশিষ্ট্য হচ্ছে—এগুলি ক্রমবর্ধমান জলের স্তরেরসঙ্গে বাড়তে পারে। তবে ক্রমবর্ধমান জলের সকল সত্ত্ব করার ক্ষেত্রে চারাগাছগুলির অন্ততপক্ষে ছয় সপ্তাহ বয়সের হওয়া প্রয়োজন। তারপর থেকেই এই প্রকারের ধানগাছ জলশীতির সঙ্গে সবচেয়ে বেশি বড় হতে থাকে। জলের স্তর যখন ক্রমশঃ বাড়তে, তখন ধানগাছের বস্তুপর্বতগুলি লম্বা হয় এবং জলের স্তর যখন একভাবে থাকে, তখন সেগুলি ছোট থাকে। অবশ্য জলের মধ্যে বেড়ে ওঠবার বা ছড়িয়ে পড়বার কথায় প্রকারের বিভিন্নতার উপর নির্ভর করে। কোন কোন প্রকার খুব ডাড়াডাড়াই বেড়ে ওঠে ও ৫ মিটার পর্যন্ত জলের স্তরে ডুবে

থাকা সত্ত্ব করতে পারে। আবার কোন কোন জলশীল প্রকার ২ মিটারের বেশী জল সত্ত্ব করতে পারে না। এছাড়া জলের আকস্মিক স্তীতি সত্ত্ব করতে পারবার ক্ষেত্রেও প্রকারের তারতম্য আছে।

গাছের গোড়ায় শিকড় তৈরি হওয়া ছাড়া জলের নীচেকার গ্রহি বা পর্বতগুলি থেকেও শিকড় গজায়। এই ধরনের শিকড়ের মধ্যে যেগুলি প্রথম দিকে গজায়, সেগুলি পাতলা ও বহনশীল হওয়া হয়। গাছ বড় হবার সঙ্গে সঙ্গে জলের উপর দিককার গ্রহি থেকে কয়েকটি পক্ত শাখা-প্রশাখা বহনিত শিকড় তৈরি হয়। আন্তর্বেব বিবর এটি যে, গাছগুলির মূল শিকড় মাটিতে না থাকা সত্ত্বও এগুলি বড় হয় ও কদল উৎপন্ন করতে পারে। এর কালে বস্তার জলে গাছগুলি শিকড়সহ উঠে এলেও অনায়াসেই বেঁচে থাকতে পারে। সেবে যখন জল কমে যায়, তখন গাছগুলি তত্রে পড়ে ও গ্রহি-শিকড়গুলি মাটিতে ছড়িয়ে যায়।

গভীর জলের ধানে ভিন্নবার বিধান নির্গত হয়। প্রথমতঃ জল বাড়তে আরম্ভ করবার আগে গাছ মাটিতে থাকাকালীন অবস্থায় মূল বিধান নির্গত হয়। দ্বিতীয়তঃ জলের স্তর যখন স্থিতিশীল করে, তখন জলের তলায় কয়েকটি গ্রহি থেকে বিধান নির্গত হয়। তৃতীয়তঃ যখন জল কমে যায় এবং গাছগুলি মাটিতে সমান হয়ে তত্রে পড়ে, তখন গ্রহিগুলি থেকে আবার বিধান নির্গত হতে আরম্ভ করে। প্রথমতঃ প্রথম অবস্থার বিধানগুলি থেকেই কদল উৎপাদিত হয়। তাই বেশী উৎপাদনের ক্ষেত্রে প্রাথমিক অবস্থার চারাগাছগুলির প্রাণশক্তির প্রাচুর্য ও সর্বাধিক পরিমাণে মূল বিধান নির্গত হওয়া বিশেষ প্রয়োজন।

গভীর জলের ধান আলোক-সংশ্লেষনশীল ও



দীর্ঘ দ্বিতিকালের। সাধারণতঃ বার্টের শেষ থেকে এপ্রিল মাস পর্যন্ত এর বীজ বোনা হয়, যাতে জল প্রবেশ করবার আগেই চারাগাহগুলি তা সহ করতে পারবার উপযুক্ত বয়সের হতে পারে। নভেম্বরের শেষের দিকে সাধারণতঃ এই কসল তোলা হয়। অবশ্য এর মধ্যে কিছু কিছু জলদি জাতও আছে, যেগুলি অক্টোবরের শুরুতেই পেকে যায়। এই প্রকারগুলি আলোক-অসংবেদনশীল বা সাধারণ মাঝারি সংবেদনশীল হতে পারে।

গভীর জলের ধান চাষ করবার সময় কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়ের দিকে বিশেষ লক্ষ্য রাখতে হবে। প্রথমতঃ চারাগাহগুলি সতেজ থাকা বিশেষ দরকার; কারণ তাহলে তারা বস্তার প্রথম আক্রমণ সহ করতে পারবে ও সেগুলি থেকে পর্যাপ্ত পরিমাণে প্রাথমিক বিহান নির্গত হতে পারবে। প্রাথমিক জনকীতি সহ করবার জন্যে চারাগাহের দীর্ঘতার চেয়ে তাড়ের পরিণত বয়স অনেক বেশী গুরুত্বপূর্ণ। বস্তা সহ করবার আগে চারাগাহগুলির বয়স অন্ততঃ ছয় সপ্তাহ হওয়া দরকার। চারা গাহগুলি যদি আর সময়ের মধ্যে সতেজ ও প্রাণশক্তিসম্পন্ন হয়ে ওঠে, তাহলে বস্তার জল ডাড়াডাড়ি এসে গেলেও কসলের কতি হবে না।

দেখা গেছে যে, ভূমিতে রাসায়নিক সাহ প্রয়োগ করলে প্রাথমিক বিহানগুলির সংখ্যা বৃদ্ধি হয় এবং উৎপাদনের পরিমাণও বৃদ্ধি পায়। অবশ্য বিহান বের হবার কথটা প্রধানতঃ প্রকারবিশেষের উপর নির্ভর করে। যে প্রকারগুলির বিহান ডাড়াডাড়ি নির্গত হয়, সেগুলির চারা গাহগুলিও আর বয়সেই সতেজ হয়ে ওঠে। কোন কোন প্রকার একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত বাড়ে এবং 1-2 ফিটার দাঁড়ানো জলে জন্মানোর উপযুক্ত। এ-আর-আই (শালিবাণ)—এই ধরনের একটি জাত। আবার ই-বি-আই (বেণেরি)-এর বড় কোন কোন প্রকার আছে, যেগুলি 3-5 ফিটার পর্যন্ত দাঁড়ানো জলের অঞ্চলেও জন্মানো যেতে

পারে। বিভিন্ন অবস্থার জন্মানোর জন্যে দুই প্রকার ধানেরই চাষ করা উচিত।

গভীর জলের ধানগাহের বৃদ্ধি তাড়ের জলে ভোগা অবস্থা সহ করতে পারবার কথটার উপর নির্ভরশীল। যে প্রকারগুলি দীর্ঘকালের জন্যে নিষ্প্রসিক্ত অবস্থা সহ করতে পারে না, সেগুলি জলের জর বেড়ে ওঠবার সঙ্গে সাথে বস্তার রেখে অপেক্ষাকৃত বেশী ডাড়াডাড়ি বেড়ে ওঠে।

দীর্ঘ সময়ের জন্যে গভীর জলবহতা সহ করতে পারবার কথটা এই ধরনের ধানের আর্শংগ। প্রকারভেদে এই ধানের গাছ ছয় ইঞ্চি থেকে 3 ফুট পর্যন্ত জলে ভোগা অবস্থা সহ করতে পারে। ভূবে থাকতে পারবার সময়কালও প্রকার ভেদে একদিন থেকে দীর্ঘ দিন পর্যন্ত স্থায়ী হতে পারে। এছাড়া জলের তরের হঠাৎ বেড়ে ওঠা সহ করতে পারবার কথটাও প্রকারভেদে বিভিন্ন। যেমন 'কেকোয়া' প্রকারটি জলের হঠাৎ বেড়ে ওঠা সহ করতে পারে, কিন্তু 'তারাবাও' তা সহ করতে পারে না।

যে সময় আঁত আঁতের ধান সেপ্টেম্বরের শেষে বা অক্টোবরের প্রারম্ভে পাকে, সেগুলির ক্ষেত্রে কয়েকটি সমস্যা দেখা দিতে পারে। প্রথমতঃ জল না করবার কালে কসল তোলার অসুবিধার সৃষ্টি হতে পারে। দ্বিতীয়তঃ এই ধরনের ধানের বীজ সুষ্ঠাবস্থায় থাকলেও গাছ হুঁকে পড়বার কালে যদি পরিণত বীজ জলের সংস্পর্শে আসে, তবে শক্ত অসুস্থিত হবার সম্ভাবনা থাকে। তবে সাধারণতঃ এই ধানের প্রকারগুলি নাবী প্রকৃতির হয় এবং নভেম্বরের শেষের দিকে পাকে। যে প্রকারগুলি অক্টোবরের শেষে বা নভেম্বরের শুরুতে পাকে, সেগুলি চাষ করাই সবচেয়ে ভাল; কারণ তাহলে সেই অবস্থাতে আবার অল্প কসল চাষ করা যেতে পারে।

এই ধানের বেশীর ভাগ আঁতের বং লাগতে



ধরনের। কিন্তু সাধা চালাই সাধারণতঃ বেশী জনপ্রিয়। অবশ্য সাধা বানানুসৃত কয়েকটি প্রকারও আছে। তার মধ্যে 'ভারাবাও' প্রকারটি সস্ত্রিতি চাষের ক্ষেত্রে নির্ধাচিত হয়েছে।

গভীর জলের ধানে উৎপাদনের বিশেষ পরিবেশ ও পরিস্থিতির ক্ষেত্রে তাৎক্ষণিক সাধারণ উচ্চ কলনশীল প্রকারের যত কলন আনা করা যায় না। এই চালের গড়-কলন হেটের প্রতি ২৩০০ থেকে ২৭০০ কিলোগ্রাম। অবশ্য এই উৎপাদনের উন্নতি করা যেতে পারে।

গভীর জলের ধানের ক্ষেত্রে উন্নতিসাধন করে এর সংশ্লিষ্ট অগ্রবিধানগুলি দূর করা যেতে পারে। গবেষণার দ্বারা দেখা গেছে যে, এই ধরনের চালের বিভিন্ন প্রকারগুলির মধ্যে বিভিন্ন ধরনের গুণ আছে। সুতরাং এই সব প্রকারের সমতরনের দ্বারা উন্নত ও উচ্চ কলনশীল প্রকারের উদ্ভাবন করা সম্ভব। জলে ভেসে থাকবার কালে এক সপ্তকে অথবা পাঁচের তপাতালি পরস্পরের সঙ্গে জড়িয়ে যেতে পারে। সেই ক্ষেত্রে নতুন প্রকার উদ্ভাবনের সময় চারিপাচগুলি

যথো যথন কিছুটা দূর বজায় রেখে একতাক্ষর পাঁচের সঙ্গে একটি করে লম্বা কাঠি আঁকাতাবে বেঁধে দিলে নির্দিষ্ট পাহতনিকে আঁলাদা করে বেছে নিতে সুবিধা হবে।

আলাদা সস্ত্রিতি প্রচলিত প্রকার 'মেঘেরি' ও 'কেকোয়া' ৫ বিটার পর্যন্ত দাঁড়ানো জলে ভুবে থাকতে পারে। কেকোয়া প্রকারটি জলের ৫১/২ থেকে ৩/৪ সপ্ত করতে পারে। এছাড়া সাধা পত্রসূক্ত একটি উচ্চ কলনশীল প্রকারও চাষের ক্ষেত্রে নির্ধাচিত হয়েছে।

গভীর জলের ধান চাষের সময় আগাছার সমস্যার প্রতি বিশেষভাবে নৃষ্টি দেওয়া দরকার। আগাছা বিশেষতঃ বুনো ধানগছ দমন করা বেশ পক্ষ, কারণ এদের বীজ দিলে থেকেই করে চাষদিকে হুড়িয়ে পরে ক্রম সংখ্যাশুদ্ধি করে এবং সেই ক্ষেত্রে আগাছা নিয়ন্ত্রণের এই দিকটির প্রতি এখন বিশেষ গুরুত্ব দেওয়া হচ্ছে।

[ ভারতীয় কৃষি অণুসন্ধান পরিষদ, কৃষি উন্নয়ন, নতুন দিল্লী। ]



# চণ্ডীগড়ে বিজ্ঞান কংগ্রেসের হীরক জয়ন্তী

রবীন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায়

এই বছর (1973) ছিল ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের হীরক জয়ন্তী অর্থাৎ 60তম বার্ষিক অধিবেশন। এই বিশেষ অধিবেশনের আসর বসেছিল পাকিস্তান বিশ্ববিদ্যালয়ের আমন্ত্রণে মহান স্বপতি কাবুলের পরিকল্পিত অল্পদূর চণ্ডীগড় শহরে। একে হীরক জয়ন্তী অধিবেশন, তার উপর চণ্ডীগড় শহর—এট 'মণিকাকন' শোভাবোধ প্রতিনিধিত্বের কাছে এক বিশেষ আকর্ষণ বহন করে এনেছিল। তাই ভারতের বিভিন্ন রাজ্য থেকে প্রায় তিন হাজার প্রতিনিধি এখানে অধিবেশনে সমবেত হয়েছিলেন।

প্রতি বছরের মত এবারও বারানিসিষ্ট 3-9 আগস্ট (1973) এক সপ্তাহব্যাপী বিজ্ঞান কংগ্রেসের অধিবেশন অনুষ্ঠিত হয়। তেমন আগস্টের সকালে পাকিস্তান বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রাঙ্গণে বিশেষ-ভাবে নিষিদ্ধ সঙ্গীত যোগে হীরক জয়ন্তী অধিবেশনের উদ্বোধন করেন প্রধান মন্ত্রী শ্রীমতী ইন্দিরা গান্ধী। তাঁর উদ্বোধনী ভাষণের আগে অত্যর্থনা সমিতির সভাপতি পাকিস্তান বিশ্ববিদ্যালয়ের উপাচার্য শ্রীমুহম্মদ তান প্রবান মন্ত্রী, বিদেশমন্ত্রক বিশিষ্ট বিজ্ঞানী ও সমবেত প্রতিনিধিদের স্বাগত সভাষণ জানান। তিনি বলেন: চণ্ডীগড়ে বিজ্ঞান কংগ্রেসের বার্ষিক অধিবেশন এই বিতীর্ণবার হচ্ছে। এর আগে 1966 সালে এখানে প্রথমবার অধিবেশন হয়েছিল। সেবারও অত্যর্থনা সমিতির পক্ষ থেকে স্বাগত আদ্যবার সুযোগ তাঁর হয়েছিল।

প্রধান মন্ত্রী শ্রীমতী গান্ধী তাঁর উদ্বোধনী ভাষণে এই দেশ থেকে ব্যাপ্ত দ্বীকরণ ও কর্ম-সংস্থানের সুযোগ স্বীকার মহাবলো বিজ্ঞানীদের

উদ্যোগী হবার আহ্বান জানান। তিনি বলেন, প্রত্যেকটি যন্ত্রের কল্যাণের জন্তে চাই সু-চিন্তা বা বস্তুর পর্যাপ্ত সুযোগ, স্বাভাবিক বা মানব-নির্মিত সুযোগবস্ত। আর এই কাজগুলি করতে হলে বিজ্ঞানীদের নজর করে তাবতে চলে এবং নব নব উদ্ভাবন-শক্তির পরিচয় নিতে হবে।

প্রধান মন্ত্রীর ভাষণের পর বিজ্ঞান কংগ্রেসের বহুমান বহুরের মূল সভাপতি ডক্টর এস তপস্বত্ব তাঁর অতিভাষণ পাঠ করেন। তিনি বলেন—আমাদের সমস্তাগুলি একান্তভাবে আমাদেরই। কন্ট্রোল মোকাবিলা আগে আর কন্ট্রোল পরে, তা বিচার করতে হবে আমাদের নিজের নিকে তাকিয়ে। কাজেই আমাদের দেশের বিজ্ঞানচর্চা মার্কিন বা ফ্রান্স মার্কিন নয়, সম্পূর্ণ আমাদের নিজস্ব পদ্ধতিতেই হওয়া উচিত। তিনি আরও বলেন—দেশের অর্থনৈতিক অগ্র-গতিকে ত্বরান্বিত করতে হলে শিল্প-উৎপাদন ফেরে চাই আধুনিকতা। আর এর জন্তে বিজ্ঞানীদেরই আশ্রয়যোগ করতে হবে অধিকতর আন্তরিকতা ও নিষ্ঠার সূত্রে।

তিনি বলেন—স্বাধীনতার পর এদেশে বিশ্ব-বিভাগের সংখ্যা অনেক বেড়েছে। সংখ্যায় তা এক-দু'র কাছাকাছি। এই সব প্রতিষ্ঠান থেকে অনেক ছাত্র-ভ্রমী পাল করে বের হচ্ছেন—যারা বিজ্ঞানচর্চার অন্যতম আশ্রয়যোগে উৎসাহ। কিন্তু বিশ্ববিদ্যালয়গুলিতে উচ্চতর শিক্ষা ও গবেষণার সুযোগ সেই পরিমাণে বাড়ানো হয় নি।

৩ দি কালিকাটা কেবিনাণ কোং দি, কলকাতা-29



এর জন্যে আর্থিক ব্যবস্থাও তেমন উপায়ভাবে করা হয় নি। কলে সস্তাবনা বা-ও ছিল, তা বিজ্ঞানের উপযুক্ত সুযোগ পায় নি। গত কয়েক দশক ধরে আবাবের বিজ্ঞানীদের নানা প্রয়াস সত্ত্বেও বেলা থাকে জনসাধারণের একটা বিরাট অংশ অসুখীতে মারা যাচ্ছে। তাইয়ের মধ্যেই বাত জোটে না, বাও বা জোটে তার বাতুল নাথাকার। বিজ্ঞানের উপর আমলাতন্ত্রের বহু-দায়িত্বে এই অবস্থার প্রতিকার হবে না। আমলাতন্ত্র বিজ্ঞানী সৃষ্টি করতে পারে না।

মূল সভাপতির ভাষণের পর বিদেশাগত বিশিষ্ট বিজ্ঞানীদের পরিচয় দেন। বিজ্ঞান কংগ্রেসের সাধারণ সম্পাদক ডক্টর শ্রীমতী অসীমা চট্টোপাধ্যায়। এবারের অধিবেশনে বিশেষ থেকে দীরা এসেছিলেন, তাঁরা হলেন আকগানি-হানের এম. মহম্মদ নাজাতী, বাংলা দেশের ডক্টর আনিস আলি, শ্রীলঙ্কার সি. শঙ্করনাথন, চেকো-স্লোভাকিয়ার ডক্টর বোহমির বোসকি এবং ডক্টর ডেনেক সেডেক, ডেনমার্কের ই. এ. ক্রেজল্ট, ফ্রান্সের থালাম এম. টি. ক্যামিন, জার্মান গণ-তান্ত্রিক প্রজাতন্ত্রের অধ্যাপক সি. গ্রোতে, অধ্যাপক এইচ কান্ডলেনবের, ইরানের অধ্যাপক আলি আকজলপির; হংকং-এর অধ্যাপক বি. লকৎস, জাপানের অধ্যাপক জি. মুরাযামা; ফ্রান্সের এম. ডব্লু. অল-ডাহির; মালয়েশিয়ার ডক্টর ডে হক বেহু, বঙ্গোপশিয়ার কে. নেরেক এবং এম. আনিরান; পোল্যান্ডের অধ্যাপক আর সিকোরস্কি, রুবানিয়ার এম. বেবান, সুইডেনের বোবেল পুঙ্কারবিজয়ী সার জর্জ পোটার, ডক্টর লিফন রালকস, ডক্টর আর. বেনজিফ; মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের ডক্টর উইলিয়াম উইলিয়ামস, ডক্টর জে. বি. মিনফ্রেয়ার এবং ডক্টর এলফ্রিড গ্যামো; নোভিগ্রেট রাশিয়ার অ্যাকাডেমিয়ার এম. এস. গাজরভো।

প্রতি বছর বিজ্ঞান কংগ্রেসের বার্ষিক অধি-

বেশন উপলক্ষে বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি ও বিজ্ঞান পুস্তকের একটি প্রদর্শনীর আয়োজন করা হয়ে থাকে। এবারও তার ব্যতিক্রম ঘটে নি। তবে অত্যন্ত বারের তুলনায় প্রদর্শনীটি এবার অপেক্ষাকৃত ছোট হয়েছিল। মূল অধিবেশনে এই প্রদর্শনীর উদ্বোধন করেন কেন্দ্রীয় সরকারের বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিভাগ বিহারক মন্ত্রী সি. মুহম্মদ।

এই দিন বিকেলে প্রোগ্রামের বিজ্ঞান পরিষদের উদ্যোগে 'ভারতীয় ভাষার বিজ্ঞানচর্চা' সম্পর্কে একটি আলোচনা-সভা হয় বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রাঙ্গণে গান্ধী ভবনে। আলোচনার সভাপতিত্ব করেন যোযপুর বিশ্ববিদ্যালয়ের রসায়ন বিভাগের প্রধান ডক্টর রমেশচন্দ্র কাপুর এবং ভারী ডক্টর সত্যপ্রকাশ, বি. কে. নারায়ণ, বর্তমান লেখক প্রভৃতি অংশ গ্রহণ করেন। বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ ও বিভিন্ন পত্র-পত্রিকার মাধ্যমে বাংলা ভাষার জনসাধারণের কাছে বিজ্ঞানের কথা এড়াবার যে প্রয়াস চলছে, তা বাংলা ভাষার বিস্তৃত করেন লেখক। ডক্টর সত্যপ্রকাশ আপা প্রকাশ করেন—এখন দিন শীত আসছে, যখন বিজ্ঞান কংগ্রেসের বিভিন্ন শাখার ভাষণটি ভারতীয় ভাষার নির্বিত ও পণ্ডিত হবে। সভাপতি ডক্টর কাপুর হিন্দীতে 'ভারতে তত্ত্ব বৈজ্ঞানিক রসায়নের প্রগতি' সম্পর্কে অভিতামণ পাঠ করেন।

দ্বিতীয় দিন অর্থাৎ ৪ঠা জানুয়ারী থেকে বিজ্ঞান কংগ্রেসের তেরোটি বিভিন্ন শাখার পৃথক পৃথক অধিবেশন শুরু হয়। এবার বিভিন্ন শাখার দীরা সভাপতিত্ব করেন, তাঁরা হলেন—ড: সি. কে. আরেজার (পদার্থবিজ্ঞান), অধ্যাপক আর. সি. কাপুর (রসায়ন), অধ্যাপক আর. সি. বাবা (গণিত), ডক্টর এম. টি. ম্যাথিউস. (পরিসংখ্যান), এম. এস. বালগম্বরম (ভূগোল ও কৃত্ত্ব), অধ্যাপক অক্ষয়কুমার শর্মা (উদ্ভিদ-বিজ্ঞান), ডক্টর অশোক ঘোষ (প্রাণিবিজ্ঞান ও কীট-ভক্ষু), ডক্টর প্রবোধকুমার জৌবিক (মৃত্ত্বু ও



প্রকৃতি), অধ্যাপক পি. এন. ওহাি ( চিকিৎসা ও পত-চিকিৎসা ), ডটর এম. জে. বিক্রমসিংহ ( কবি বিজ্ঞান ), ডটর এম. কে. সুবোধাচার্য ( পারীক্ষক ), অধ্যাপক বি. কৃষ্ণ ( মনস্তত্ত্ব ও শিক্ষা-বিজ্ঞান ) এবং ডটর জি. আর. ভোপনিওয়াল ( বন ও বায়ুবিজ্ঞান ) ।

বিভিন্ন পাখার সভাপতির ভাষণ ছাড়া আলোচনা-চক্র, গবেষণাপত্র পাঠ চলেছিল কয়েকদিন ধরে। এছাড়া বিভিন্ন পাখার কয়েকটি বিশেষ বক্তৃতারও ব্যবস্থা করা হয়েছিল। সার জর্জ পোটার, অধ্যাপক বি. লক্ষ্ম, অধ্যাপক ডি. ওয়াইটরিঙ্ক, জি. টি. ডি. বিশ্বনাথন, ডটর এম. কে. পানিকার, অধ্যাপক কে. জি. রামানাথন, ডটর মিত্যানন্দ, ডটর এম. পি. রায়চৌধুরী, অধ্যাপক পি. এল. ভাটনগর, অধ্যাপক পূর্ণেন্দুস্বায় বসু, ডটর সোহনাথ রায়, অধ্যাপক এক. সি. অ্যাউল্যাক, অধ্যাপক এম. এম. বানি, অধ্যাপক বি. এল. ব্রাট, অধ্যাপক বি. কে. আনন্দ, অধ্যাপক কে. এন. নারায়, ডটর আর. জি. ঘানেশ্বর, অধ্যাপক এম. এস. হামস, অধ্যাপক আর. লিকোহুনি প্রমুখ কয়েকটি বিশেষ বক্তৃতা দেন।

এটি বছরই বিশেষাগত ও এবেলের কয়েকজন বিশিষ্ট বিজ্ঞানী বিভিন্ন বিষয়ে কয়েকটি লোকজনক বা জনপ্রিয় বক্তৃতা দিয়ে থাকেন। এই বছর সবচেয়ে আকর্ষণীয় ও জনপ্রিয় বক্তৃতা হয় নোবেল পুরস্কারবিজয়ী সার জর্জ পোটারের। 'বিজ্ঞানের সত্যসন্ধান' প্রসঙ্গে তিনি একটি অতি বনোজ আলোচনা করেন। আলোচনা প্রসঙ্গে তিনি বলেন—স্বয়ংক্রিয় দাঁড়া বাহুরের হৃৎ-চক্রণ, বুদ্ধি, আবহাওয়ার হ্রিতকরণ এবং প্রাকৃতিক সম্পদের ক্ষয় অপব্যয়ের ক্ষেত্রে বাগা বিজ্ঞানের উপর দোষারোপ করেন, তাঁরা বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিদ্যার মধ্যে পার্থক্যটা তুলিয়ে দেখেন না। বিজ্ঞান হচ্ছে জ্ঞানচর্চা এবং বাহুরকে তাঁর প্রকৃতির ক্ষেত্রে এই জ্ঞান আহরণ করতে হয়।

বিজ্ঞানের প্রয়োগ নিয়েই সমস্যার খট্ট হয়, বিজ্ঞান নিয়ে নয়। বিজ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগকেই নৈতিক দিক থেকে বিচার করতে হবে, বিজ্ঞানকে নয়। প্রযুক্তিবিদ্যার বিকল্প অনেক কিছু হতে পারে, কিন্তু বিজ্ঞানের একবার বিকল্প হচ্ছে অসম্ভব। পৃথিবীর অর্ধেক লোক যখন উন্নয়নের অপেক্ষায় রয়েছে, তখন এই জ্ঞানচর্চা কিংবা সেই উদ্দেশ্যে প্রযুক্তিবিদ্যাকেও আমরা কি পরিহার করতে পারি? আমাদের জ্ঞানবুদ্ধি ও বিশ্ব সম্পর্কে অধিকতর জ্ঞান আহরণের কালে আমরা যদি প্রচলিত নীতিবোধ হারিয়েও থাকি, তা হলেও বলা যায় আমাদের জীবনের নতুন নীতিবোধের পথ স্চিত হবে আরও অধিক জ্ঞানচর্চা এবং বিশ্ব সম্পর্কে আমাদের আরও জ্ঞান আহরণের দাব্যমে। বৈজ্ঞানিক অহংস্বাদের এই হচ্ছে মূল উদ্দেশ্য ও সত্যসন্ধান।

সার পোটার ছাড়া অধ্যাপিকা পার্ভতীদেবী, অধ্যাপক সত্যপ্রসাদ রায়চৌধুরী, ডটর নীলরতন বসু, ডটর পি. কে. ডেওয়ার্স। অধ্যাপক পি. এম. বেহরা, ডটর সোহনলাল জৈন কয়েকটি লোকজনক বক্তৃতা দিয়েছিলেন। এবার বিজ্ঞান কংগ্রেসের ক্ষেত্রে অসম্ভব আরও পঞ্চক প্রাপ্তি উপলক্ষে বক্তৃতা দেন ডটর এম. এস. বামিনাথন, সুন্দরব আরও বক্তৃতা দেন ডটর এম. পি. রায়চৌধুরী, পঞ্চম বার্ষিক কিলপি হোয়াইট আরও বক্তৃতা দেন ডটর এম. আর. এস. আরোলা এবং 'প্রোটিন সমতা' সম্পর্কে পঞ্চম বার্ষিক বীরেন্দ্রপ্রসাদ আরও বক্তৃতা দিয়েছিলেন ডটর পি. ডি. সুখাচার্য।

সুখ-ছাত্রদের ক্ষেত্রে বিশেষ কর্তৃত্বীয় ব্যবস্থা করা হয় এবং তাতে ডটর এক. লিনকন হালক এবং শ্রীমদাকী চট্টোপাধ্যায় দুটি বিশেষ বক্তৃতা দেন। এছাড়া বিজ্ঞান কংগ্রেসের বিজ্ঞান ও অর্থনৈতিক উন্নয়ন কবিতার উদ্বোধনে 'বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিদ্যা পরিকল্পনা' সম্পর্কে বিশেষ আলোচনাও অনুষ্ঠিত হয়।



পাঞ্জাব ও হরিয়ানা রাজ্যপাল এবং অধ্যক্ষ।  
 নব্বিটি সমবেত বিশিষ্ট বিদ্যেী বিজ্ঞানী ও  
 ভারতের বিভিন্ন রাজ্যের প্রতিনিধিদের তিন দিন  
 শ্রুতি-সম্মেলনে অ্যাপারিত করেন। সাতা দিনের  
 প্রকল্পটির আলোচনার পর প্রতিনিধিদের  
 চিত্তবিনোদনের জন্তে কয়েক দিন সন্ধ্যার  
 সাংস্কৃতিক অহুষ্ঠানের আয়োজন করা হয়।  
 ঊষোদনী দিনের সন্ধ্যায় বিশিষ্ট সঙ্গীতশিল্পী  
 কুমার গদ্বর্ষ রাগবধান ও তখন গানে সকলকে  
 পরিতৃপ্ত করেন। দ্বিতীয় দিন সন্ধ্যায় চণ্ডীগড়ের  
 গুরু-বিজ্ঞান কলেজের ছাত্রীরা তাম্বুঝার কে.  
 পি. সিন্‌হায় পরিচালনার রবীন্দ্রনাথের 'কবিতা  
 পাঠ্য' অবলম্বনে একটি চিত্রাঙ্কক নৃত্য-নাট্য  
 পরিবেশন করেন। তৃতীয় দিন স্থানীয় সরকারী  
 থিয়েটার কলেজের ছাত্রীরা 'আম্রপালী' সঙ্গীত-  
 নৃত্য-নাট্যের পরিবেশন করেন। আগের দিনের  
 নৃত্য-নাট্যের জুলনার এই অহুষ্ঠানটি কিন্তু তেমন  
 প্রসংসর্জনক হয় নি। চতুর্থ দিনে পাঞ্জাব বিশ্ব-  
 বিদ্যালয়ের ছাত্র-ছাত্রীরা সঙ্গীত, নৃত্য ও কৌতুক-  
 নায় একটি যনোজ বিভিন্দ্ৰাঙ্কটানে সকলের  
 মনোহরণ করেন।

প্রতি বছরের বড় এবারেও অজ্ঞানতার দ্বিধা  
প্রতিনিধিদের সঙ্গে চণ্ডীগড়ের মর্মানীক দ্বন্দ্বিতা,  
ভাঙ্গনা-নাফল দ্বন্দ্ব, শিখরের যোগল উত্তান ও  
শিখলা জয়নের বাবদ্য করেন। অনেকের এই  
সুযোগ গ্রহণ করেন।

এবারের অধিবেশন শেষে বিজ্ঞান কংগ্রেসের  
সভাপতি কবিটির সত্যায় ১৯৭৩ সালের জুনে  
মূল সভাপতিপদে অধ্যাপিকা ভট্টের অসীমা  
চট্টোপাধ্যায়ের নির্বাচিত হওয়ার কথা ঘোষণা  
করা হয়। বিজ্ঞান কংগ্রেসের ৬০ বছরের  
ইতিহাসে এই প্রথম একজন মহিলা মূল সভাপতি-  
রূপে দৃঢ় হলেন। এই ঘোষণার সর্বত্রের  
প্রতিনিধিরা গভীর আনন্দ প্রকাশ করেন।

এবারের অবিবেশনে এক লগ্নাহকাল আশ্রয়  
বিষয়বিভাগের যে রানী লক্ষ্মীবাঈ চাক্ষুণ্যবাসে  
হিন্দাব, সেবানকার ওয়ার্ডের শ্রীমতী ভারমা ও  
হাকীমা প্রতিনিবিশের দুব-বাক্যাবিধানের  
অন্তে সব সময় আন্তরিকভাবে এগিয়ে এসে-  
ছিলেন, তাতে আশ্রয় অতিকৃত হয়েছিল।  
ঊর্ধ্বের এই আন্তরিকতা ও আতিথেয়তা সহজে  
ভোলবার নয়।



# সমাজ-বিজ্ঞানে গণিতের ব্যবহার

সত্যেন্দ্রনাথ গিরি\*

যুক্তি ও সংখ্যার সাহায্যে কতকগুলি জ্ঞান বিবরণ থেকে কতকগুলি অজানা বিষয় সম্বন্ধে আলোকপাত করাই গণিতের কাজ। সমাজের বিভিন্ন প্রয়োজনে অজানা বিষয় সম্বন্ধে প্রয়োজনীয় সিদ্ধান্ত নিতে গণিতের অবদান সত্যিই অসংখ্য।

প্রাচীন কালে গণিতের সৃষ্টি হয়েছিল এই সামাজিক প্রয়োজন থেকেই। সংখ্যা গণনার পদ্ধতি আবিষ্কারের আগে আদিম মানুষ বিশেষ বিশেষ অজ্ঞতকীর সাহায্যে নির্দিষ্ট সংখ্যা বোঝাতে চাইতো। কোন আদিম মানুষ ঘণ্টা কল কুড়িয়েছে, এটা বোঝাবার জন্যে তাকে করতে না কে ডান হাত দিয়ে দাঁড়িয়ে থাকতে হতো। কোন মেসপালক হয়তো দু-হাতে দু-কান ধরে বোঝাতে চাইতো, তার কুড়িটা ঘেঁষ আছে। প্রাচীন ভারতের যজ্ঞকৃতের বেদী নির্মাণে গণিতের প্রয়োগ দেখতে পাওয়া যায়। এমনভাবে সুগে সুগে প্রধানতঃ সামাজিক প্রয়োজন থেকেই গণিতের সৃষ্টি ও পুষ্টি হয়ে আসছে।

ভৌত বিজ্ঞান ও সমাজ-বিজ্ঞানে গণিতের প্রভাব ক্রমশঃ বাড়ছে ও বাড়বে। পদার্থ-বিজ্ঞান, রসায়ন, জীব ও উদ্ভিদ-বিজ্ঞান, কৃত্ত্ব, ক্রোড়বিজ্ঞান প্রভৃতি বিষয় গণিতের সাহায্যে অত্যধিক উন্নতিলাভ করেছে। গণিত-বিশ্বের বিজ্ঞানের অবিখ্যাত অগ্রগতি আমাদের সমাজ-জীবনে ব্যঙ্গন্য ও সজ্জি এনে দিয়েছে।

ভৌত বিজ্ঞান ছাড়া সমাজ-বিজ্ঞানেও গণিতের যথেষ্ট প্রয়োগ দেখতে পাওয়া যায়। বিজ্ঞান, অর্থনীতি, ব্যবসা-বাণিজ্য, রাজনীতি, সুস্থবিজ্ঞা, মনস্তত্ত্ব প্রভৃতি বিষয় গণিতের সাহায্যে আজ বিশেষভাবে সজ্জি হয়ে উঠেছে। সমাজ-বিজ্ঞানের

বিভিন্ন বিভাগে গণিতের প্রয়োগ সম্বন্ধে দু-চার কথা আজ এখানে আলোচনা করবো।

অর্থনীতিতে গণিতের প্রয়োগ অত্যন্ত ব্যাপক। বোগান-চাহিদার নিয়ম, বিভিন্ন উৎপন্ন দ্রব্যের মূল্য নির্ধারণ, বাটার দরবর পরিবর্তন, অর্থনিয়োগ ব্যবস্থা, কাজীর আর প্রভৃতি বিষয় বুঝতে হলে লেনচিত্র, প্রতীকের ব্যবহার ও পরিমণ্ডান পদ্ধতি আমাদের বিশেষভাবে সাহায্য করে।

একটা উদাহরণ দেওয়া যাক। সাধারণতঃ দেখা যায় খুব কম উৎপাদন করতে উৎপাদন-খরচ বেশী পড়ে। তাই প্রান্তিক লাভ কম হয়। আবার অপেক্ষাকৃত বেশী উৎপাদন করলে একক প্রতি খরচ অপেক্ষাকৃত কম হয় ও প্রান্তিক লাভ বেশী হয়। আবার খুব বেশী উৎপাদন করলে এই সব ফিনিয় গঞ্জিত করে রাখবার খরচ, মূলধন বিনিয়োগের খরচ, চাহিদার জ্বলনার বোগানের আধিক্য প্রভৃতি কারণে প্রান্তিক লাভ কমে যায়। এখন প্রশ্ন হলো—বেশী লাভ করতে হলে কখন উৎপাদন বন্ধ করা হবে? প্রান্তিক বিশ্লেষণের সাহায্যে আমরা বুঝতে পারি, উৎপাদন ক্রমশঃ বাড়লে আমরা এমন একটা সীমার পৌঁছই যখন আমাদের প্রান্তিক লাভ থাকে না ও ক্রমশঃ কতি হতে থাকে। লাভ কবে গেলেও উৎপাদন বাড়ানো যেতে পারে, তাতে মোট লাভ বেশী হবে। কিন্তু প্রান্তিক লাভ শূন্য হলে উৎপাদন বন্ধ করতে হবে। গাণিতিক বিশ্লেষণের দ্বারা অর্থনীতির এরকম অনেক বিষয়কেই স্পষ্টভাবে ব্যাখ্যা করা যায়।

\* ত্রুটিত হোয়ার টেমিং কলেজ, 25/3 বাসীপত সাহু'দার রোড, কলিকাতা-19



দৈনন্দিন জীবন-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে গণিতের প্রয়োগ যে আছে, তা আবার জাতি, ব্যবসা-বাণিজ্যের চক্রের ক্ষেত্রেও গণিতের প্রয়োগ রয়েছে। আবার জাতি বেশী জিনিষপত্র যত্নে রাখতে গেলে বেশী মূল্যের লাগে ও বেশী পরিমাণ জায়গা লাগে। তাতে ব্যবসায়ীর বেশী ব্যয় হয়। আবার কম জিনিষ রাখলে কেতাকে সন্তুষ্ট করা যায় না, ফলে কম ক্রেতা হয় ও লাভ কম হয়। কাজেই দেখা যাচ্ছে জিনিষ যত বেশী রাখলেও কতি, আবার খুব কম রাখলেও কতি। এখন জানা বরকরি টিক কত পরিমাণ জিনিষ রাখলে লাভ সবচেয়ে বেশী হবে। গাণিতিক উপায়ে আবার এর সঠিক সমাধান পেতে পারি। ঠিকার কার্য নির্ধারণের (Linear programming) সাহায্যে বিশেষ সূত্রসমূহকে সর্বাধিক মান নির্ণয় করতে পারি। বিভিন্ন বিকল্প ব্যবহার মধ্যে সবচেয়ে উপযোগী ব্যবস্থাপনন করার ক্ষেত্রে সংযোজনন একত্রিকার (Combinatorial method) সাহায্যে বেওয়া যায়। উৎপন্ন প্রবাহের মান সঠিক রাখবার ক্ষেত্রে গুণ নিয়ন্ত্রণ (Quality control) তত্ত্বের সাহায্যে সঠিক ব্যবস্থা বেওয়া যেতে পারে।

পৌরবিজ্ঞানেও গণিতের বিভিন্ন বাস্তব প্রয়োগ আবার দেখতে পাই। লোকসংখ্যা, ভৌগোলিক অবস্থান প্রভৃতির কথা চিন্তা করে জেলা বহুমুখ্য সঠিক ও তাদের প্রতিনিধির সংখ্যা নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে আবার পরিসংখ্যান পদ্ধতির সাহায্য নিয়ে থাকি। বিশেষ করে নির্বাচনে কলাকল বিশ্লেষণ করে দেশের কোন অঞ্চলে বিরুদ্ধ রাজনৈতিক প্রভাব আছে তা বোঝা যায়। রাষ্ট্রপতি নির্বাচনে বিভিন্ন প্রার্থীর এম. এল. এ ও এম. পি.-দের ভোটের সংখ্যা নির্ণয়ের ক্ষেত্রে বিশ অঞ্চলের নির্বাচক বক্তারী প্রদেয় বা দেশের নির্বাচক বক্তারী মূল্যায়ন কত ভুল, তা দেখি। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় পশ্চিম বঙ্গের লোকসংখ্যাকে ঘোঁট এম. এল. এ-র সংখ্যা দিয়ে ভাগ করে ভাগফলকে এক-

হাজারের এককে প্রকাশ করলে পশ্চিম বঙ্গের প্রত্যেক এম. এল. এ-র ভোটের সংখ্যা পাওয়া যাবে। এইভাবে বিভিন্ন প্রার্থীর এম. এল. এ-র ভোটের সংখ্যা নির্ণয় করা যায়। অল্পবয়সী এম. পি.-দের ভোটের সংখ্যাও স্থির করা হয়। একক হাজারে বোঝা সমাধানাতিক ভোটপত্রের এই গাণিতিক পদ্ধতির সাহায্যে আবার রাষ্ট্রপতি পরোক্ষভাবে দেশের প্রার্থীদের ও বেশী নির্বাচক বক্তারী দ্বারা নির্বাচিত হয়।

লোকসংখ্যা সবচেয়ে মালখাসের তত্ত্ব পুণিবীর জনসংখ্যা বৃদ্ধির ও বাতায়নপান বৃদ্ধির পরিমাণ মূল্যায়নকভাবে আলোচনা করা হয়েছে। মালখাসের মতে, একটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর লোকসংখ্যা বাড়ে বিভাগ চারভাগ, আটভাগ করে। আর বাতায়নপান পরিমাণ ঐ সময় অন্তর বাড়ে বিভাগ, তিনভাগ, চারভাগ অর্থাৎ লোকসংখ্যা বাড়ে ত্রিগুণের প্রায়ীতে ও বাতায়নপান বাড়ে সমান্তর প্রায়ীতে। মালখাসের তত্ত্ব অল্পবয়সী তথ্যে বাতায়নপান উৎপাদন আন্তর্জাতিকভাবে কম হবার ক্ষেত্রে বাতায়নপান দেখা দেবার সম্ভাবনা। কৃষি-বিজ্ঞানের মধ্যে উন্নতি ও জগদ্বিশ্বের ব্যবস্থাপনন সত্ত্বের বিশেষ করে উন্নয়নশীল দেশগুলিতে বাতায়নপান অর্থাৎ এখন চরমে উঠেছে। মালখাসের সাধারণতীর দিকে লক্ষ্য রেখে লোকসংখ্যা সীমিত করার ক্ষেত্রে উন্নয়নশীল দেশগুলির জনসংখ্যা প্রবণ হচ্ছে।

দেশের বিভিন্ন অঞ্চলে লোকসংখ্যা-পরিসংখ্যান ও জনীর সম্পদের বিশ্লেষণ থেকেই দেশের জাতীয় পরিকল্পনার কাঠামো গঠিত হয়। বিভিন্ন অঞ্চলে শিল্প, কৃষি, কলকার, প্রসিকরণ কেন্দ্র, বায়ু কেন্দ্র প্রভৃতি স্থাপনের ক্ষেত্রে ঐ অঞ্চলগুলির ভৌগোলিক-অবস্থান, আয়তন, লোকসংখ্যা প্রভৃতির পরিসংখ্যানগত বিবরণ বিবেচনা করা হয়। জাতীয় উন্নয়নের ক্ষেত্রে পরিসংখ্যানগত পদ্ধতি একটা অপরিহার্য উপায় বলা যেতে পারে।



কোন বিশেষ অঙ্গনের অধিবাসীদের পক্ষে কোন বিশেষ উন্নয়ন প্রবর্তন করতী কার্যকরী হতে পারে, তা পরিসংখ্যানগত পদ্ধতির সাহায্যে বিশ্লেষণ করা হয়। শিক্ষা-বিভাগ, রাজস্বাট নির্মাণ, সেচ পরিকল্পনা প্রভৃতির সাহায্যে অঙ্গনত অঙ্গনের সম্ভাব্য উন্নতি-পরিকল্পনা সঠিকভাবে নিরূপণ করা হয়। সেই অঙ্গনের পরিসংখ্যানগত তথ্যের সাহায্যে গাণিতিক পদ্ধতিতে সম্পূর্ণ নৈর্যাত্মিকভাবে এইসব তথ্যের বিশ্লেষণ সম্ভব হয়। উন্নয়ন-পরিকল্পনা রচনার কিছুটা বিশ্লেষণের মাধ্যমেই আমাদের দেশের সঠিক অগ্রগতি সম্ভব।

আন্তর্জাতিক রাজনৈতিক পরিস্থিতি বিশ্লেষণ করার ক্ষেত্রেও গণিতের ভূমিকা কম নয়। কোন পরিস্থিতিতে আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে সাধারণত থাকে, তাও গাণিতিক উপায়ে বিশ্লেষণ করা যায়। ইংল্যান্ডের লুইস রিচার্ডসন প্রত্যেক দেশের জাতীয় চরিত্র, এতিকাচর বাজেট, বাজেট বৃদ্ধির হার, সমরোপকরণ বৃদ্ধীতি প্রভৃতিতে একটি বিশেষ সমীকরণে প্রকাশ করেছেন। পৃথিবীর বিভিন্ন শক্তিশালী সমরোপকরণের সমীকরণ সমাধান করে তিনি আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে শান্তি ও সাধারণতার সর্বনির্ভর করেছেন। তিনি দেখিয়েছেন কেবলমাত্র আন্তরিকতার ব্যবস্থাপনায় শান্তির উপায় হলো দেখা যায়—আন্তরিকতার জন্মে অনেক সময় আক্রমণের প্রয়োজন। তাঁর মতে এসব ক্ষেত্রে বিভিন্ন শক্তিশালী পরিমিত সমরোপকরণের সাহায্যে শক্তিশালী শান্তিরকার্য অত্যন্ত জটিল উপায়। বিশ্বযুদ্ধ ও বিভিন্ন ক্ষেত্রে যুদ্ধ ও যুদ্ধোপকরণের ঘটনা থেকে সমীকরণ নিয়ে সম্পূর্ণ নিরপেক্ষভাবে তিনি এসব সিদ্ধান্তে এসেছেন। সাময়িক উত্তেজনা বৃদ্ধির বোম্বকারণগুলির পারস্পরিক সম্বন্ধকেও তিনি গাণিতিক সংকেত ও সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করেছেন।

ব্যক্তিগত বস্তুর গতি প্রণালী যুগ্মতঃ গাণিতিক বিশ্লেষণের উপায় নির্ভরশীল। ব্যক্তিগত বস্তুর

অভ্যন্তরীণ উন্নতি আমাদের সাধনে কিছুটা সম্ভাবনার দ্বারা বুঝে নিয়েছে। রাশিয়া, আমেরিকা, ইংল্যান্ড প্রভৃতি উন্নত দেশগুলিতে এইসব বস্তুর ব্যবহার উন্নতির দৃষ্টি পড়েছে। অল্প সময়ে হিসাব-নিকাশ করার ক্ষেত্রে কম্পিউটারের প্রয়োজন কথা আমাদের সকলেরই জানা। কেবলমাত্র গণনাগত সমস্যার ক্ষেত্রে নয়, জাতীয় পরিকল্পনা, সামাজিক সমস্যা এমনকি মানসিক সমস্যা সমাধানের সাহায্য করতে ব্যক্তিগত বস্তু আজ এসিয়ে আসছে।

জাতীয় পরিকল্পনার ক্ষেত্রে বিভিন্ন অঙ্গনের পরিসংখ্যানকে কম্পিউটারের সাহায্যে বিশ্লেষণ করা যায়। রেলওয়ে, ব্যাংক ও বিভিন্ন শিল্প প্রতিষ্ঠানে খুব কম সময়ে বিভিন্ন প্রকার তথ্যের পরিসংখ্যানগত বিশ্লেষণ সম্ভব। রেলওয়ে ব্যবস্থাপনার ব্যাপকভাবে ব্যক্তিগত বস্তুর প্রয়োগ করা যেতে পারে। ইহা আশা-বাণীর সময় নির্ধারণ, তাদের গতিবেগ, নির্দিষ্ট সময়ে-স্থান, বেশীপক্ষে ওয়ানের পরিমাণ ইত্যাদি বস্তুর সাহায্যে খুব অল্প সময়ে বের করা সম্ভব। রাশিয়ার তথ্যচিত্রিত ভূগর্ভ রেলের-গতিবেগ, সময়, ওয়ান রেলের কানার সংখ্যা তথ্য চালায় আরও ও শেখ করার সময় ইত্যাদি সঠিকভাবে নির্ণয় করার ক্ষেত্রে কম্পিউটার ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

এমন কি, পড়াশোনার ক্ষেত্রেও আজকাল ব্যক্তিগত বস্তু ব্যবহৃত হচ্ছে। কতকগুলি প্রাথমিক ধারণা অল্প অল্প করে ছাত্রের মনে ধরা হয়। পরে বেশিদের ভাষানে প্রায় আসে, প্রায় উন্নত ট্রিক হলো কিম্বা বেশিদের হাতল যোগ্যেই তা বোঝা যাবে। ট্রিকভাবে শেখা হলো ছাত্রের পরবর্তী নিয়ম শিখে নিতে পারবে। অতীত দেশে শিক্ষকের ক্ষেত্রেও আজকাল ব্যক্তিগত বস্তুর ব্যবহার হচ্ছে।

চিকিৎসাশাস্ত্রে রোগ নির্ণয় ও ব্যবস্থাপনা পদ্ধতির ক্ষেত্রে ব্যক্তিগত বস্তুর ব্যবহার করা যায় কিম্বা, সে বিষয়ে গবেষণা চলছে। বলা থাকে



কার্যের অগ্রহ হওয়ায়, ডাক্তারবারাংর না দিয়ে বিশেষ এক গণক-যন্ত্রের সাহায্যে তিনি ঠিকাকেন, অগ্রহের বিভিন্ন লক্ষণের জন্মে কয়েকটি বিশেষ বোতাম টিপবেন, অবশি অগ্রহের বিবরণ ও ঠিকবের ব্যবস্থাপন টাইপ হয়ে বহু থেকে খেঁচিয়ে আসবে। এমনিভাবে অগ্রহ তথ্যভিত্তে গণক-যন্ত্র সমাজ-বিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রে সুপাত্তের আনবে, সে বিষয়ে সন্দেহ নেই।

অবশ্য এটা মনে রাখা দরকার, গণক-যন্ত্রের কার্যকারিতা অনেক ক্ষেত্রে সীমিত। স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রের তথ্যভিত্তি অনেক ক্ষেত্রে অধিকতর সত্য-বনার দূর যেনে চলে। সে ক্ষেত্রে ব্যক্তিগত পদ্ধতিতে তথ্যভিত্তি অধিকাংশ ক্ষেত্রে অজ্ঞাত হলেও সব ক্ষেত্রে ঠিক হবে এমন কোন কথা নেই।

স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রের ব্যবহারের একটা সামাজিক ফলপ্ৰসূত আছে। ব্যক্তিগত স্ৰষ্টার উপযোগিতা বীৰ্য্যত্ব হলে কিছু স্বত্ববিধের চাহিদা বাড়বে ঠিকই; কিন্তু সামাজিকভাবে কর্মী বিবিরোপের চাহিদা কমে যেতে পারে। আমাদের দেশের বর্তমান বেকার সমস্যাটির মুখে এটা অবশ্য খুবই চিন্তার কথা, তবে যেখানে স্ৰষ্টতা, নিখুঁততা ও উপপাদন বুদ্ধি প্রধান উদ্দেশ্য, সেখানে স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র যেতে পারে।

সম্প্রতি পণ্ডিতের সহযোগে সাইবারনেটিক্স (Cybernetics) নামে এক কলিত বিজ্ঞানের পল্লি হয়েছে। কোন বিশেষ তথ্য (Information) প্রতীকের সাহায্যে যন্ত্রে রাখলে ঐ যন্ত্রের জিয়ার সঙ্গে একটা প্রতিক্রিয়া পাওয়া যায়। ঐ প্রতিক্রিয়া নিজেই আবার একটা উদ্দীপকের কাজ করে ও যন্ত্রটির পরবর্তী কাজে সাহায্য করে। যন্ত্রটী চালু থাকবার সময় বিভিন্ন কির্য্য ও প্রতিক্রিয়ার মাধ্যমে তা সচল থাকে ও এর সাহায্যে প্রয়োজনীয় কাজ সম্পাদনে সুবিধা হয়। যোগাযোগ ব্যবস্থার, শারীরিকত্ব নিয়ন্ত্রণে সংখ্যাগুরুক ও সুস্থিসূলক বিভিন্ন সমস্যা সমাধানে

এই যন্ত্রের প্রয়োগ ও উপযোগিতা কখনও বুদ্ধি পাবে।

আধুনিক বুদ্ধিবৃত্তির ক্ষেত্রেও পণ্ডিতের অবদান কম নয়। তীক্ষ্ণ-বুদ্ধিরেখা যুগ থেকে শুরু করে বর্তমান যুগ পর্যন্ত সব ক্ষেত্রেই পণ্ডিতের ব্যবহার রয়েছে। বুদ্ধি জয়ের ক্ষেত্রে নৈতিকতা-নির্বাচন, উপ-দল গঠন, বৃহৎগঠন, বারগাভের অবদান, ভৌগোলিক অবস্থান অগ্রহণী আক্রমণের দ্বারা নির্বাচন ইত্যাদি সব ক্ষেত্রেই অগ্রবিত্তর পণ্ডিত লাগছে। বিশেষ করে বর্তমান মৌরুদ ও আকাশবুদ্ধি বিশেষভাবে পণ্ডিতনির্ভর। মহাকাশগণের কোন দূর্গব স্থানে পক্ষপকের আহ্বাজ আসছে, কোথায় উপেক্ষা বা হাইন সূচনাও হয়েছে, তার বিশদা জানাতে নিখুঁত পানিতিক হিসাবের জুলাই নেই। কল উল্লেখ বিধান কি পতিবেগ নিয়ে আসছে এবং সেই বিধান ধাস করতে চলে কত পতিবেগ নিয়ে কোন নিকে বিধান-বিজ্ঞানী কামান পক্ষে উঠবে, তার সঠিক ধরন বুদ্ধিরেখা মধ্যে পৌছে দিতে সঠিক পানিতিক হিসাবই আমাদের সাহায্য করে। মহাকাশ থেকে পক্ষপকের ভৌগোলিক অবস্থান সঠিকভাবে বুঝে বহাধানে ক্ষেপণাস্ত্র প্রয়োগ করতে চলে চাই স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রের নিখুঁত হিসাব। স্ট্রিক দিক নির্ণর ও সঠিক পতিবেগ নির্ণরে সাহায্য জট বিপুল ব্যর্থতা এনে দিতে পারে। ব্যবহারিক পণ্ডিতের সাহায্য ছাড়া আধুনিক বুদ্ধির কথা ভিত্তাই করা যায় না।

সামাজিকভাবে আমরা জানি ইতিহাসের সঙ্গে অকের তেমন সম্পর্ক নেই। বিভিন্ন দেশের বিভিন্ন সময়ের উদ্যান-পতনের মধ্যে অবশ্য একটা বৃহৎ পানিতিক নিয়ম প্রত্যাক করা যেতে পারে। বিভিন্ন দেশের উন্নতি-অবনতির ইতিহাস আলোচনা করলে এই পতন-অগ্রহের নিয়মক কার্য নির্ণর করতে পাওয়া যায়। সম্প্রতি প্রাচীন হরক পড়বার ক্ষেত্রে পানিতিক পদ্ধতি ব্যবহৃত সাহায্য করেছে। আমেরিকার দ্বারা সভ্যতার



বিভিন্ন বিষয় জানবার জন্যে মীর্ষ 120 বছর চেষ্টা করেও যদিও খোঁসাই করা গিগির পাঠোদ্ধার করা সম্ভব হয় নি। আজমগড়ীয়া আমেরিকা আজমগড় করে তাদের অবিকাগণ যদিও, বিলাসিনি ইত্যাদি মীর্ষ করে কেসে, অবশিষ্ট যদিওগুলিও অল্প অল্পের কেউ পাঠোদ্ধার করতে পারছিলেন না। অবশেষে কয়েকজন গণিতবিদগণ সাংকেতিক অক্ষরের পাঠোদ্ধারে সক্ষম হয়েছেন।

ঐ সমস্ত যদিওগণিতে বিভিন্ন আকারের অক্ষর ও চিহ্ন ছিল। ঐ সব অক্ষরকে কয়েকটি সংকেতে রূপান্তরিত করা হয় ও তাদের বিভিন্ন সত্যতা অর্থ করা হয়। মীর্ষের পক্ষে এত বিভিন্ন বর্ণের অর্থ মনে রাখা ও গণিত করা সম্ভব নয়। কিন্তু ব্রহ্মজ্ঞানভাবে প্রত্যেক বাক্যের বিভিন্ন সত্যতা অর্থবাদ অল্প সময়ের মধ্যে জানিয়ে ছিল। ঐ সব বিভিন্ন অর্থবাদের মধ্যে সবচেয়ে অর্থবহ ও সত্যতাপূর্ণ অর্থকে সঠিক অর্থবাদ বলে বলা হলো। হু-বহুর মধ্যে সমস্ত যদিওগণির পাঠোদ্ধার সম্ভব হলো। মীর্ষের ও কলিউটারের সম্মিলিত চেষ্টায় একটা বিদ্যুৎ জাতির ইতিহাস জানা গেল। জানা যায় মীর্ষ সত্যতার যদিওগণিত-গুলির সংখ্যা ছিল 310, পক্ষসংখ্যা ছিল 64000। অনেক পক্ষের অর্থ আবার একটা বাক্যেও একাংশ করা যেতে পারে। প্রাচীন ইতিহাস জানবার এরকম একটা প্রায় অসম্ভব কাজও গাণিতিক পদ্ধতিতে করা সম্ভব হলো।

সমাজনীতি বিবেচনের ক্ষেত্রেও গাণিতিক পদ্ধতির প্রয়োগ করা হয়ে থাকে। ব্যক্তিগত সচেতনতার সম্পর্ক, পরিবেশের সঙ্গে ব্যক্তির অর্জিত ওপাওয়ার সম্পর্ক কি, তাও অনেক ক্ষেত্রে প্রজ্ঞার সাহায্যে গাণিতিক পদ্ধতিতে একাংশ করা হয়ে থাকে। বংশবাহার বর্ষ তার তথ্য বংশবাহার ক্রিয়ায় প্রভাবিত করে, সে বিষয়ে যেগুলির জীবিত গাণিতিক হয় আছে।

প্রবর্তনীতি উদ্ভাবন করার ক্ষেত্রে প্রব ও প্রব-মূল্যের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়ের ক্ষেত্রেও গাণিতিক বিবেচনা করা হয়ে থাকে। কোন প্রবিক বেশী পরিমাণ করলে বেশী বেতন পেতে পারে, কিন্তু একটি বিশেষ মীর্ষ অতিক্রম করার পর বেশী পরিমাণ করলে তার ক্ষতি আসে ও সে ক্ষেত্রে তার প্রব কম উৎপাদনশীল হয়। অধিক বেতনেও সে উৎপাদী হয় না, এসব ক্ষেত্রে প্রবিকের সাময়িক শক্তি, পরিমাণ, বিজ্ঞান ও প্রবন্ধের পরিমাপের মধ্যে বংশপন্থক সাক্ষরত বিধানের ক্ষেত্রে প্রব সত্যবাদ পেতে হলে গাণিতিক বিবেচনের সাহায্যেই তা সঠিকভাবে করা সম্ভব।

মীর্ষ ও বংশবাহার ক্ষেত্রেও গণিতের অর্থ গতি দেবতে পাওয়া যায়। বিভিন্ন বংশের মীর্ষের পরিমাপের মূল্য করে আবার আবার বংশের জাতীয় প্রয়োজন অর্থবাহী মীর্ষের উন্নয়ন পরিচালনা প্রণয়ন করতে পারি। মীর্ষ সাংকেতির ক্ষেত্রে পরিমাপের পদ্ধতি বেশী বর্ধিত ও নিখুঁত বলে বলা হয়। আবার জানি কোন মীর্ষ ইংরেজী ও অর্থ উন্নয়ন বিষয়ে 70 পেলে ইংরেজীতে অপেক্ষাকৃত ভাল বলেই বিবেচনা করে থাকি। কাজেই দেখা যাবে, মীর্ষের নথির কোন আদর্শ মান নেই। প্রব মীর্ষ বা কলিউটার উপর ও মীর্ষের বংশের পদ্ধতির উপরই মীর্ষের নথির অনেকাংশে নির্ভর করে। মীর্ষের নথরকে একটা বিশেষ ক্ষেত্রে পরিণত করলে বিভিন্ন বিষয়ে অর্জিত জ্ঞানের সঠিক পরিমাপ করা যায়। অর্জিত বংশে মীর্ষের নথরকে ক্ষেত্রে পরিণত করে মীর্ষের ক্ষেত্রে মান নির্ণয় করা হয়। মীর্ষের নথরকে পরি-সংখ্যানগত বিবেচনের সাহায্যে প্রত্যেক মীর্ষের সাংকেত সম্ভব।

মূলতঃ বিবেচনে পরিমাপের প্রয়োগ বংশবাহার বিধানের পর্যায়ে উন্নীত করতে সাহায্য করেছে। মীর্ষের বিভিন্ন মীর্ষের প্রায় নথর



বিরোধ করে বুঝির স্বরূপ ও তার যৌন উপাদান-  
গুলি নির্ণয় করা সম্ভব হয়েছে। বুঝির সঙ্গে  
বাঞ্ছার, বারনিক সাংঘাতিক সঙ্কে পরীকার প্রতিফল  
কেনন সম্বন্ধ, তাও আবার পরিপূর্ণাঙ্গের সাহায্যে  
নির্ণয় করতে পারি। বিভিন্ন মানসিক প্রবণতার  
যে পাঠ্যপত্রিক সম্বন্ধ নির্ণয়ে গাণিতিক বিশ্লেষণের  
উপযোগিতা অবগান হয়েছে। হীনমস্ততা, আত্ম-  
হুষ্টি, বিবেকের বনোতা, কীচিপূর্ণ ব্যবহার,  
বাক্পটুতা প্রভৃতির সঙ্গে মানসিক শক্তি, কৃতিত্ব  
প্রভৃতির সম্বন্ধ কেনন বহুপের, তা বুঝতে হলে ও  
বৈজ্ঞানিকভাবে যাচাই করতে হলে পরিপূর্ণাঙ্গ-  
গত পদ্ধতি অবলম্বন করতে হয়। যন্ত্রাঙ্কিক  
প্রযোজ্য প্রভৃতির ক্ষেত্রে এবং শিক্ষা ও বনো-  
বিজ্ঞানে গবেষণার ক্ষেত্রে গণিতের এক উল্লে-  
খযোগ্য কৃতিত্ব রয়েছে।

আবার পাইই কেবলে পাইই অর্থনীতি, রাজ-  
নীতি, সমাজনীতি, ইতিহাস, বুদ্ধিজীবি প্রভৃতি  
সমাজ-বিজ্ঞানের সব শাখাতেই গণিতের অাব  
সকরণ। সমাজ-বিজ্ঞানের বিভিন্ন তত্ত্ব বিশ্লেষণে  
গণিতের ভাষা ও গাণিতিক পদ্ধতির প্রয়োগ অাব  
বাড়ছে। বিভাগে বা কলেজে গণিত পড়ানার  
সব গণিতের সাংখ্যিক প্রয়োগের কথা হাতের  
সাধনে ছুলে বহলে হাজির গণিতকে তার মা  
করে ভালবাসতে শিখবে সন্দেহ নেই। কল-  
কলেজের পাঠ্যক্রমে এই ব্যবহারিক দিকের  
কথা বিশেষভাবে উল্লেখ করলে, পাঠ্য-  
পুস্তকে এই সব জীবনকেন্দ্রিক সমস্যার  
প্রয়োগ থাকলে—গণিতশিক্ষা হারিয়ে কালে  
আরও অর্থবহ, উপযোগী ও আকর্ষণীয় হয়ে  
উঠবে।

## পুস্তক-পরিচয়

জান-বিজ্ঞানের কথা	লেখক	সুনীল সরকার	বাব হুই টাকা	প্রকাশক	রবীন্দ্র লাইব্রেরী, ১৫/২, ভাটগারন দে টাট, কলিকাতা-১২
বিজ্ঞানের গল্প বোলে।			২ দিন টাকা	বিখাস	পার্লিং হাউস, ৫/১৫, কলেজ রো, কলিকাতা-৭
কেনন করে আবিষ্কার হলো।			"	"	"
বিজ্ঞানীদের ছেলেবেলা।			"	"	এ-সাহা, ১২২/৫, সাউথ সিডি রোড, কলিকাতা-৩০

উল্লিখিত পুস্তকগুলি অল্পবয়স্ক তরুণদের অতি  
মিথিত হইলেও বড়রা পড়িয়া আনন্দ লাভ  
করিবেন। জান-বিজ্ঞানের কথা নামক পুস্তকটিতে  
ভলফিন, বেলুন, রবার, কীচ প্রভৃতি উপনিষ্ট  
বিষয়ের আলোচনা আছে। প্রাণিজগৎ সম্পর্কিত  
ভলফিন, গায়বার্ট, লুকোচুরি ইত্যাদি এসকলগুলি  
জ্ঞানিষ্ঠ ও বনোজ হইয়াছে। রবার, কীচ প্রভৃতি  
রসায়ন-বিজ্ঞানের আলোচনা সুবর্ণা, তবে

এই সব আলোচনার এসকল বৈজ্ঞানিক দিকটি  
একটু বিশদভাবে জুগিয়া বরিতে পারিলে পুস্তকের  
উপযোগিতা বৃদ্ধি পাইত। কয়েকটি ক্ষেত্রে  
আবিষ্কারের ইতিহাসই আবার লাভ করিয়াছে।  
বহুমানব সম্পর্কিত আলোচনার আধুনিক বিজ্ঞানের  
সাহায্যে যে নূতন ব্যাখ্যারপার আবিষ্কার  
করিয়াছে, তাহা পরিবেশিত হয় নাই। পস্তর যত  
বলিতে হইলে তাহার সাংখ্যিকতা প্রয়োজন—



কয়েকটি আলোচনার তাহার অভাব থাকিলেও পুস্তকখানি সুব্যাখ্য হইয়াছে।

বিজ্ঞানের গল্প শোনো পুস্তকটিতে রসায়ন ও পদার্থ-বিজ্ঞানের বিভিন্ন আবিষ্কারের কথা গল্পরূপে আলোচিত হইয়াছে। সুত্রায়ন, সৌরশক্তি ইত্যাদি বিষয়গুলি তথ্য ও তাহার যথেষ্ট চিত্তাকর্ষক হইয়াছে। পরমাণু ও রেডিয়াম প্রসঙ্গে কিছু তুল তথ্য রহিয়াছে। যেমন “বস্তুর সাহায্য নিয়ে দেখলে দেখা যাবে—কি ঘন অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বস্তু কতবেগে চলে বাচ্ছে”—পরমাণুসম্পর্কে এই উক্তি ঠিক নয়। রেডিয়াম প্রসঙ্গে (৭৬ পৃঃ) রেডিও-অ্যাক্টিভ বস্তু যে ব্যাখ্যা, তাও ভ্রষ্টপূর্ণ। এগুলি সংশোধিত হওয়া আবশ্যক। তাছাড়া পুস্তকটির বিষয় নির্বাচন, প্রসঙ্গের আলোচনা পাঠকের নাকে সুব্যাখ্য নম্বেই নাই।

ছেতুগুণটি আবিষ্কারের কাহিনী ‘কেমন করে আবিষ্কার হলো’ পুস্তকটিতে সন্নিবেশিত হইয়াছে।

কিশোরদের কাছে এই সকল আবিষ্কারের গল্প চিত্তাকর্ষক হইবে নম্বেই নাই। পুস্তকটি বিজ্ঞানের ক্রতগতির পাঠ্য হিসাবে নির্বাচিত হইবার যোগ্য হইয়াছে।

‘বিজ্ঞানীদের ছেলেবেলা’ বইতে পনেরো জন বিজ্ঞানীর নৈশপত্রকালের কথা চিত্তাকর্ষক ভাষায় লিখিত হইয়াছে। তথ্যযোচাযজন বিশিষ্ট ভাবভার বিজ্ঞানীর কথাও আছে। এই পুস্তকের লেখার বয়স উৎকৃষ্ট হইয়াছে—ইহাও বিভাগবের ছাত্রদের ক্রতগতির পাঠ্য হিসাবে গৃহীত হইতে পারে।

পুস্তকগুলির ভাষা আর একটু সাবলীল হইলে, ছাপার তুল সংশোধিত হইলে পুস্তকগুলির সৌন্দর্য বৃদ্ধি পাইত। কয়েকটি ক্ষেত্রে তুল পদও প্রয়োগ করা হইয়াছে। সেগুলি সংশোধিত হওয়া আবশ্যক। তবু বিজ্ঞানের হ্রস্ব বিষয়গুলি এত সহজভাবে উপস্থাপিত করিয়া লেখক বহুবাদ্য হইয়াছেন।

সূর্যেন্দ্র বিকাশ কর

“বিজ্ঞানের ইতিহাস ব্যাখ্যার আশাকে বহু বেশবাসী মনোবিশেষের নাম দ্রবণ করাইতে হইত। কিন্তু তাহার মধ্যে তারতম্য স্থান কোথায়? নিকাকার্ষে আছে বাহা বলিয়াছে সেই সকল কথাই শিখাইতে হইত। তারতবাসী যে কেবলই তাবপ্রবণ বন্ধাবিষ্ট, অহুসন্ধানকার কোনদিনই তাহাদের নহে, এই এক কথাই চিরদিন তুমিরা আনিতাম। বিলাতের ভায় এদেশে পরীক্ষাপার নাই, হুম বয় নির্বাণও এদেশে কোনদিন হইতে পারে না, তাহাও কতবার তুমিরাছি। তখন মনে হইল যে ব্যক্তি পৌর্য হারাইয়াছে, কেবল সেই কথা পরিভাষণ করে। অবশ্যই দুই করিতে হইবে। তারতই আবারের কর্মকৃষি, নহক পদা আবারের কতে নহে।”

—আচার্য জগদীশচন্দ্র (1917)



# কিশোর বিজ্ঞানীর দপ্তর

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

এপ্রিল — 1973

ষড়বিংশতিতম বর্ষ : চতুর্থ সংখ্যা





পরমাণু কেন্দ্রীয়বিষয়ক গবেষণার উদ্দেশ্যে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন বিদ্যুৎসঞ্চিত কণিকা উৎপাদনের জন্য  
১৯৫০-১৯৬০-এর ইলেক্ট্রোস্ট্যাটিক অ্যাক্সিলারেটর ভ্যান ডি গ্রাফের (Van de Graaff) দ্বারা।



## নিউটনের গতিসূত্র ও তার আলোচনা

সার আইজ্যাক নিউটন ছিলেন ইংল্যান্ডের একজন প্রখ্যাত বৈজ্ঞানিক। গতি পর্যালোচনা করতে গিয়ে তিনি গতির তিনটি সূত্র আবিষ্কার করেন। এই তিনটি সূত্রই বলবিদ্যার ভিত্তি। এই সূত্রগুলি থেকে আমরা জানতে পারি—কিভাবে অচল বস্তু সচল হয়, অথবা তার গতি ক্রান্তিত বা মন্দীভূত হয়। গ্রহ-উপগ্রহের গতি, জীবজন্তুর চলার কৌশল প্রভৃতি বিশ্বের বাস্তবিক গতি এই তিনটি সূত্রের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। এই সূত্রগুলি থেকে আমরা বস্তুর ভর, তার গতি এবং তার উপর প্রযুক্ত বলের ভিত্তি সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারি। সূত্রগুলি হলো—

প্রথম সূত্র :—বাইরে থেকে প্রযুক্ত বলের দ্বারা বস্তুর গতির অবস্থার পরিবর্তন করতে না পারলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকবে এবং চলমান বস্তু সমবেগে সরলরেখা অবলম্বন করে চিরকাল চলতে থাকবে।

দ্বিতীয় সূত্র :—কোন বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে প্রযুক্ত হয়, ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

তৃতীয় সূত্র :—প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে। এইবার সূত্র তিনটি পৃথক পৃথকভাবে আলোচনা করছি।

প্রথম সূত্রের আলোচনা :—প্রথম সূত্র থেকে আমরা দুটি ভিনিষ জানতে পারি—  
(1) পদার্থের জড়তা এবং (2) বলের সংজ্ঞা।

পদার্থের জড়তা :—প্রথম সূত্র থেকে আমরা জানতে পারি যে, কোন বস্তু যদি স্থির থাকে, তবে তার ধর্মই হলো চিরদিন স্থির থাকা এবং কোন বস্তু যদি গতিশীল হয়, তবে তার ধর্মই হলো চিরদিন সমবেগে সরলরেখার গতি বজায় রাখা। পদার্থের এই ধর্মকে বলে পদার্থের জড়তা।

জড়তাকে আবার দু-ভাগে ভাগ করা যায়—(1) স্থিতিজড়তা এবং (2) গতি জড়তা।

স্থিতিজড়তা :—নিশ্চল বস্তু চিরকাল নিশ্চল থাকবে। বস্তুর এই ধর্মকে স্থিতিজড়তা বলে। আবিষ্কারের দৈনন্দিন অভিজ্ঞতা থেকে দেখতে পাই যে, বেঘানে যে বস্তু রাখা হয়, বস্তুখন বাহ্যিক বলপ্রয়োগ করে না সরানো হয় বা থাকা না বেওয়া হয়, ততক্ষণ তা সে-খানেই থাকে।

স্থিতিজড়তার দৃষ্টান্ত :—যখন বাজীসহ কোন গাড়ী হঠাৎ বেগে চলতে আরম্ভ করে তখন প্রত্যেক বাজীই পিছন দিকে হেলতে পড়ে। গাড়ী যখন স্থির, তখন বাজীর বেহাও স্থির। হঠাৎ গাড়ী চললে বাজীর বেহাও নিরাপেক্ষ গাড়ীর সঙ্গে সংলগ্ন বলে গতিশীল হয়



কিন্তু উৎসর্গেণ স্থিতিজাতোর দরুণ স্থির থাকতে চেষ্টা করে। কলে যাত্রী নিহন দিকে হেলে পড়ে।

**গতিজাত্য :**—গতিশীল বস্তু অসমস্ত কাল একই গতিতে একই অভিমুখে চলতে থাকবে, যদি কোন বলের দ্বারা বাধাপ্রাপ্ত না হয়। বস্তুর এই ধর্মকে গতিজাত্য বলে। কিন্তু আমরা কার্যতঃ সেইরূপ দৃষ্টান্ত দেখি না। প্রত্যেক সচল বস্তু কিছুকাল চলবার পর থেমে যায়। একটি বলতে যদি মাটিতে গড়িয়ে দেওয়া হয়, তা হলে বলটি কিছুকাল পরে থেমে যায়। তা হলে গতিজাত্যের সম্ভাব্য প্রমাণিত হলো কোথায়? এখানে আমরা একটা কথা বলি নি। তা হচ্ছে, বলটি মাটিতে পড়ার সময় বাহ্যিক বলের দ্বারা প্রভাবিত হচ্ছে। মাটির সঙ্গে ঘর্ষণজনিত বল, হাওয়ার দ্বারা বাধাপ্রাপ্ত হওয়ার বল প্রকৃতি বস্তুটির উপর কাজ করে বলেই বলটি কিছুকাল পরে থেমে যায়। মাটিতে একটি বল গড়িয়ে গিলে যতটা দাঁবে, যতদূর মেঝে বা বরফের উপর তা অপেক্ষা অনেক বেশী দাঁবে। সুতরাং এই সব বাহ্যিক বল সম্পূর্ণ অপসারণ করলে বস্তু সর্বদা গতি বজায় রাখবে। এভাবে আমরা গতিজাত্য ধারণা করে নিতে পারি।

**গতিজাত্যের দৃষ্টান্ত :**—চলন্ত গাড়ী থেকে যখন কোন আরোহী অসাবধানে নামে, তখন সে সামনের দিকে হেলে যায়। চলন্ত গাড়ীতে থাকবার সময় আরোহীর সমস্ত দেহই গতিশীল। কিন্তু মাটিতে পা দেবার সঙ্গে সঙ্গে তার দেহের নিম্নাংশ গতিহীন হয়, কিন্তু গতিজাত্যের দরুণ দেহের উৎসর্গেণ গতি বজায় রাখতে চেষ্টা করে। কলে আরোহী সামনের দিকে হেলে পড়ে। সেই কারণে গাড়ীর গতির দিকে মুখ করে নিহনে হেলে নামলে এই ভয় থাকে না।

**বলের সংজ্ঞা :**—প্রথম সূত্র থেকে আমরা জানতে পারি যে, কোন বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন করতে হলে বাইরে থেকে বস্তুটির উপর বল প্রয়োগ করতে হয়। স্থির বস্তুকে সচল করতে বা সচল বস্তুকে স্থির করতে অথবা জোরে বা আন্তে ঢালাতে হলে বাহ্যিক বল প্রয়োগ করতে হয়। বস্তু আপনা থেকে চলতে পারে না বা স্থির হতে পারে না। সুতরাং বাইরে থেকে বা প্রয়োগ করে বস্তুর গতির অবস্থার পরিবর্তন করা হয় বা করতে চেষ্টা করা হয়, তাকে বল বলে।

**দ্বিতীয় সূত্রের আলোচনা :**—দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা বলের পরিমাণ এবং বল ও ত্বরণের বা ত্বরণের সমস্ত নির্ণয় করতে পারি। দ্বিতীয় সূত্র আলোচনা করার আগে ভরবেগ সম্বন্ধে কিছু বলি। ভর ও বেগের সমন্বয়ে কোন গতিশীল বস্তুতে যে ধর্মের উপস্থিতি হয়, তাকে ভরবেগ বলে। এই ভরবেগ বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলের সমান। যদি কোন বস্তুর ভর হয়  $m$  এবং বেগ হয়  $v$ , তবে তার ভরবেগ হবে  $mv$ ।

**দ্বিতীয় সূত্র থেকে বলমাপক সনাক্তকরণ :**—

ধরা হলো কোন বস্তুর ভর  $m$  এবং বস্তুটির বেগ  $u$ , এখন  $t$  সময় ধরে যদি বস্তুটির



উপর  $P$  বল প্রয়োগ করা হয়, তবে বস্তুটির একটি বরণ সৃষ্টি হবে অর্থাৎ বেগের পরিবর্তন হবে। ধরা যাক  $t$  সময় পরে বস্তুটির বেগ  $v$  এবং বরণ  $f$ ।

একেক্রে ভরবেগের পরিবর্তন  $= mv - mu$ .

$$\text{অতএব ভরবেগের পরিবর্তনের হার} = \frac{mv - mu}{t} = m \left( \frac{v - u}{t} \right) \quad (1)$$

$$\text{কিন্তু আমরা জানি } v = u + ft \quad \therefore f = \frac{v - u}{t}$$

অতএব, (1) থেকে ভরবেগের পরিবর্তনের হার  $= mf$ .

এখন দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি  $P \propto$  ভরবেগের পরিবর্তনের হার বা  $P \propto mf$ , সুতরাং  $P = K \cdot mf$  [ $K$  একটি ধ্রুবক], এখন যদি আমরা ধরে নিই যে, একক ভরের উপর ক্রিয়া করে একক বরণ সৃষ্টি করতে পারে যে বল, তাই বলের একক অর্থাৎ  $P=1$  যখন  $m=1$  এবং  $f=1$ , তা হলে  $K=1$ , অতএব  $P = mf$  অর্থাৎ বল = ভর  $\times$  বরণ—এই সমীকরণ থেকে আমরা বলের পরিমাপ করতে পারি।

তৃতীয় সূত্রের আলোচনা :—যখনই একটি বস্তু  $A$  অথবা একটি বস্তু  $B$ -এর উপর বল প্রয়োগ করে, তখনই  $B$  বস্তুও  $A$  বস্তুর উপর সমান ও বিপরীতমুখী বল প্রয়োগ করে। প্রথম বলকে বলে ক্রিয়া (Action) এবং দ্বিতীয় বলকে বলে প্রতিক্রিয়া (Reaction)। ক্রিয়া অনেক রকম হতে পারে। কিন্তু প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া থাকবে। একটি সহজ পরীক্ষার সাহায্যে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া যে সমান, তা ভালভাবে বোঝানো যায়। হুটি স্প্রিং-তুলা নিয়ে একটির হকের সঙ্গে অন্যটির হুক আটকানো হলো এবং স্প্রিং-তুলা হুটিকে হু-হাত দিয়ে সমানভাবে বিপরীতমুখী টান দেওয়া হলো এবং দেখা গেল স্প্রিং-তুলা হুটির কাঁটা সমান পাঠ দেখালো। এবার একটি তুলাকে কোন লুচি অবলম্বনের সঙ্গে আটকানো হলো এবং অন্য তুলাতে আগের মত সমান টান দেওয়া হলো। এবারও স্প্রিং-তুলার কাঁটা সেই একই পাঠ দেখালো। উভয়ের পাঠ সমান হওয়ার প্রমাণিত হলো যে, ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সমান ও বিপরীতমুখী।

তৃতীয় সূত্রের নৃষ্টান্ত :—(1) যখন বন্দুক থেকে গুলি ছোঁড়া হয়, তখন যে বন্দুক ছোঁড়ে সে পিছন দিকে ঝাকা অনুভব করে। এটি গুলি কতৃক বন্দুকের উপর প্রতিক্রিয়ার ফল।

(2) হাটুই বা রকেটের গতি এই প্রতিক্রিয়া বলের জন্তেই সম্ভব হয়। হাটুই বা রকেটে কিছু আলাদা রাখা হয়। ঐ আলাদা বহনের ফলে উচ্চ চাপবিশিষ্ট গ্যাস উৎপন্ন হয়ে একটি সরু নালী দিয়ে নীচের দিকে সজোরে বেরিয়ে আসে। এর ফলে যে প্রচণ্ড বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল উৎপন্ন হয়, তা রকেটকে তীব্রবেগে আকাশের দিকে চালিত করে।

কাকসপ্রকাশন



## পারদর্শিতার পরীক্ষা

তোমার কি ধারণা, তুমি অতি বখেটে পারবো? তাহলে চেষ্টা করে দেখ তো, এক মিনিটের মধ্যে নীচের দশটি গুণেরই গুণফল সঠিক বলতে পার কি না।

1.  $96 \times 89$
2.  $98 \times 97$
3.  $88 \times 91$
4.  $989 \times 988$
5.  $99972 \times 99992$
6.  $999981 \times 999997$
7.  $114 \times 105$
8.  $109 \times 119$
9.  $1008 \times 1025$
10.  $100015 \times 100016$

(উত্তরের ক্ষেত্রে 252নং পৃষ্ঠা দেখ)

জ্ঞানানন্দ দাশগুপ্ত ও অনন্ত বসু

\* সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স, কলিকাতা-9

## বর্গ করবার সহজ পদ্ধতি

তোমরা যারা উচ্চ শ্রেণীতে পড়বে, তাদের অঙ্ক করবার সময় প্রায়ই বহু সংখ্যার বর্গ (Square) করবার দরকার হয়। শুধু তুলেই নয়, কলেজে পড়বার সময়ও প্রচুর সংখ্যার বর্গ করবার প্রয়োজন হয়। অনেক সময় বেশ কতকগুলি বড় সংখ্যার বর্গ করতে গিয়ে বেশ অসুবিধা হয় এবং সময়ের অপচয় হয়। কিন্তু যদি বর্গ করবার একটা সহজ পদ্ধতি জানা থাকে, তাহলে আর কোন দিক দিয়েই অসুবিধা হয় না। আজ তোমাদের এমন একটা পদ্ধতি নিবিড়ে দেখ, যার সাহায্যে তোমরা সমস্ত বড় বড় সংখ্যার বর্গ মুখে মুখে অনায়াসেই করতে পারবে।

এখন নিম্নলিখিত সত্যকে একটু আলোচনা করা যাক।

1 থেকে 9 পর্যন্ত যে কোন স্থানীয় বর্গ অনায়াসেই করতে পারি। এর ক্ষেত্রে কোন অসুবিধা হয় না। কিন্তু ধর, একটা দ্বি-অঙ্ক বিশিষ্ট সংখ্যার বর্গ করতে হবে। তখন কি করতে হবে সেটাই আলোচনা করছি।

প্রথমে সংখ্যাটির এককের ঘরে যে স্থানটি থাকবে, তার বর্গ করে বা পাওয়া যাবে, তাকে উত্তরের ভানদিকে লিখে যদি হাতে কিছু থাকে, তবে সেটা মনে রাখতে হবে। এরপর



আবার এককের দানিতিকে সংখ্যার 2 এবং দশকের ঘরের দানিটির দ্বারা গুণ করে হাতে থাকা সংখ্যাটির সঙ্গে যোগ দিয়ে বা পাওরা বাবে, সেটা উত্তরের আগের সংখ্যার বী-দিকে লিখতে হবে। এখানেও হাতে কিছু থাকলে সেই সংখ্যাটা মনে রাখতে হবে। এরপর দশকের সংখ্যাটির বর্গ করে তার সঙ্গে মনে রাখা সংখ্যাটি যোগ দিয়ে প্রাপ্ত দানিটি উত্তরের একক বী-দিকে লিখলেই পাওরা বাবে সংখ্যাটির বর্গ। একটা উদাহরণ দিয়ে বুঝিয়ে দিচ্ছি। মনে কর 47 এই সংখ্যাটির বর্গ নির্ণয় করতে হবে। তাহলে কি করতে হবে—

$$\begin{array}{r} 47 \\ 47 \\ \hline 2209 \end{array}$$

47-এর এককের ঘরে আছে 7। 7-এর বর্গ করে পেলাম 49। এই 49-এর 9 সংখ্যাটি উত্তরের একক বী-দিকে লিখে 4 হাতে রাখলাম। এরপর 7-কে 2 দিয়ে গুণ করে পেলাম 14। আবার 14-কে দশকের সংখ্যা 4 দিয়ে গুণ করে পাই 56। আর হাতে ছিল 4 মোট হলো 60। 60-এর 0 পূর্বে লেখা 9-এর বী-দিকে লিখে 6 হাতে রাখলাম। এরপর দশকের সংখ্যা 4-এর বর্গ করে পেলাম 16 এবং 16-এর সঙ্গে হাতে রাখা সংখ্যা 6 যোগ করে পেলাম 22। এবারে এই 22 সংখ্যাটিকে আগে লেখা 09-এর বী-পাশে লিখতেই মোট হলো 2209 তাহলে 47-এর বর্গ হলো 2209। বেশ সহজেই হয়ে গেল। এখন দেখে অবশ্য একটু কঠিন মনে হবে, কিন্তু অভ্যাস করলে আন্তে আন্তে দেখে খুবই সহজ মনে হবে। এই পদ্ধতির সাহায্যে তিন অঙ্কবিশিষ্ট সংখ্যার বর্গও অতি সহজে করা যায়। সে ক্ষেত্রেও প্রায় একই ধরনের পদ্ধতি। ধর, 118—এই সংখ্যাটির বর্গ করতে হবে।

$$\begin{array}{r} 118 \\ 118 \\ \hline 13924 \end{array}$$

এক্ষেত্রেও প্রথমে একক ঘরের সংখ্যা 8-এর বর্গ করে পেলাম 64। তারপর আবার 8-কে 2 দ্বারা গুণ করে পেলাম 16। এবার এই 16-কে পূর্বের মত 11 দ্বারা গুণ করে পেলাম 176। 8-এর বর্গ করে প্রাপ্ত 64-এর 4 উত্তরের দানিতিকে লিখে হাতে রাখা 6 এই 176-এর সঙ্গে যোগ করে পাই 182। এই 182-এর 2 পূর্বে লেখা 4-এর বী-দিকে লিখলাম এবং হাতে থাকলো 18। এবার 11-এর বর্গ করে পাওরা 121-এর সঙ্গে 18 যোগ করে পেলাম 139। এই 139 সংখ্যাটি পূর্বে লেখা 24-এর বী-পাশে লিখতেই পেলাম 13924। এটিই 118-এর বর্গ। তাহলে কেবলেই পারছ যে, দুই অঙ্ক বা তিন অঙ্কবিশিষ্ট যে কোন সংখ্যার বর্গ এই পদ্ধতির সাহায্যে অতি সহজেই করা যায়। এখন কিছু দিন একটু অভ্যাস করলেই নিরুদ্বিগ্ন অনেক সহজ লাগবে এবং ভুল ভোমরা এর সাহায্যে অনায়াসেই বড় বড় সংখ্যার বর্গ করতে পারবে।



## উত্তর

( পারদর্শিতার পরীক্ষা )

1. 8544
2. 9506
3. 8008
4. 977132
5. 9996400224
6. 999978000057
7. 11970
8. 12971
9. 1033200
10. 10003100240

[ প্রদত্ত পদ্ধতি অনুযায়ী গণ করলে এক মিনিটের মধ্যে সমস্ত গণগুলি করতে পারা কার্যের পক্ষেই যৌথ হয় সম্ভব নয়। কিন্তু ব্যাপারটা সম্ভব হয় বুদ্ধিসংকারে গণ করার দ্রুত পদ্ধতি অবলম্বন করলে। এই পদ্ধতি অনুযায়ী 1নং অঙ্কটি করলে এই রকম দাঁড়ায় :

1. ( ভিত্তি : 100 )

96- 4

89-11

85/44

এখানে 10, 100, 1000 ইত্যাদি সংখ্যার মধ্যে কোনটি প্রদত্ত দুই সংখ্যার সবচেয়ে কাছে, সেটা স্থির করতে হবে। এক্ষেত্রে ঐ সংখ্যা হলো 100। এই 100-কে ভিত্তি ধরে ডাথেকে 96 বিরোধ করলে 4 হয়; 96-এর পাশে -4 লিখতে হবে। সেই রকম 100 থেকে 89 বিরোধ করলে 11 হয়; 89-এর পাশে লিখতে হবে -11। এবার 96-এর থেকে কোণাকুলিতাবে যে সংখ্যাটি আছে, অর্থাৎ 11, 96 থেকে তাই বিরোধ করে বিরোধকল 85-কে সংখ্যাগুলির নীচে বা-দিকে লেখা হলো। ( লক্ষণীয় যে, 89-এর থেকে কোণাকুলিতাবে যে সংখ্যা রয়েছে, অর্থাৎ 4, 89 থেকে সেটা বিরোধ করলেও একই বিরোধকল 85 পাওয়া যায়। ) এইবার ডান দিকের দুই সংখ্যা 4 ও 11-কে গুণ করে গুণকল 44-কে সংখ্যাগুলির নীচে ডান দিকে লেখা হলো।  
উল্লিখিত গুণকল : 8544।

কয়েকবার অভ্যাস করলে এই পদ্ধতিতে খুব তাত্ত্বিকি বড় বড় গণ করতে পারা যায়। এর মূলে আছে বীজগণিতের নিম্নলিখিত সূত্রটি—

$$(x-a)(x-b)=x(x-a-b)+ab$$



1নং অঙ্কে  $x=100$ ,  $a=4$ ,  $b=11$ ;  $x-a-b=85$  এবং  $ab=44$ ।

উপরিউক্ত পদ্ধতিতে গুণ করবার সময় যেন রাখতে হবে, বিভিন্ন সংখ্যাটিতে যতগুলি শূন্য থাকবে, গুণকলের ডান দিকের অংশে ততগুলি অঙ্ক (Digit) থাকতে হবে, কারণ তবেই মা  $(x-a-b)$ -কে কার্যকর  $x$  দিয়ে গুণ করা হবে। 1নং গুণে বিভিন্ন সংখ্যাতে আছে দুটি শূন্য; গুণকলের ডান দিকের 44-এর আছে দুটি অঙ্ক। কিন্তু ডান দিকের অংশে অঙ্কের সংখ্যা কম বা বেশী হলে কি করতে হবে, 2নং ও 3নং গুণ দুটি করলে তা বোঝা যাবে।

2. ( ভিত্তি : 100 )

$$\begin{array}{r} 98-2 \\ 97-3 \\ \hline 95/06 \end{array}$$

এখানে গুণকলের ডান দিকে দরকার দুটি অঙ্কের, কিন্তু 2 ও 3-কে গুণ করে এক-অঙ্কের সংখ্যা 6 পাওয়া গেল; এছাড়া 6-এর আগে একটা শূন্য বসানো হয়েছে। এই রকম দরকার যত এক বা একাধিক শূন্য বসানো যেতে পারে।

3. ( ভিত্তি : 100 )

$$\begin{array}{r} 89-12 \\ 91-9 \\ \hline 79/(1)08 \\ -8003 \end{array}$$

এখানে 12 ও 9-কে গুণ করে তিন-অঙ্কের 108 পাওয়া গেল, অর্থাৎ গুণকলের ডান দিকে প্রয়োজনের চেয়ে একটি বেশী অঙ্ক থাকছে। ঐ অতিরিক্ত অঙ্কটিকে ( একেজে 1 ) বা-দিকের সংখ্যার সঙ্গে যোগ করে নিতে হবে;  $79+1=80$ ।

উপরিউক্ত পদ্ধতি অস্থায়ী 4, 5 ও 6নং অঙ্কগুলিকে পূর্ণ তাকাতাড়ি করে দেখা যায়।

4. ( ভিত্তি-1000 )

$$\begin{array}{r} 989-11 \\ 1-12 \\ \hline 977/132 \end{array}$$

5. ( ভিত্তি-100000 )

$$\begin{array}{r} 99972-28 \\ 99992-8 \\ \hline 99964/00224 \end{array}$$

6. ( ভিত্তি : 1000000 )

$$\begin{array}{r} 999981-19 \\ 999997-3 \\ \hline 999978/000057 \end{array}$$

7নং অঙ্কে প্রদত্ত দুটি সংখ্যা বিভিন্ন সংখ্যার চেয়ে বড়—আমেরিকার বড় ছোট নয়। সে ছাড়া ঐ সংখ্যার সঙ্গে বড় যোগ করলে প্রদত্ত সংখ্যা পাওয়া যায়, সেই সংখ্যাটিকে যোগ



চিহ্নসহিত এমন সংখ্যার পাশে লিখতে হবে এবং এবং সংখ্যা থেকে কোণাকুলিতে অবস্থিত সংখ্যাটিকে আঙ্গেকার যত বিরোগ না করে ছুটকে একেত্রে যোগ করতে হবে। অতীত এক্রিয়া আঙ্গেকার যত একই রকম। এই পদ্ধতিতে 7নং অঙ্কটিকে কখনে দাঁড়ান—

7. ( ভিত্তি : 100 )

$$114 + 14$$

$$105 + 5$$

$$119/70$$

এখানে বীজগণিতের যে দুইটি কাজে লাগছে, তা হলো,

$$(x+a)(x+b) = x(x+a+b) + ab$$

7নং অঙ্কে  $x=100$ ,  $a=14$ ,  $b=5$ ;  $x+a+b=119$  এবং  $ab=70$ ।

7নং অঙ্কের যত অঙ্কপড়াবে 8, 9 ও 10নং অঙ্ক করে ফেলা যায়।

8. ( ভিত্তি : 100 )

$$109 + 9$$

$$119 + 19$$

$$\hline 123/171$$

$$= 12971$$

9. ( ভিত্তি : 1000 )

$$1008 + 8$$

$$1025 + 25$$

$$1033/200$$

10. ( ভিত্তি : 100000 )

$$100015 + 15$$

$$100016 + 16$$

$$\hline 100031/00240 ]$$

## প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1. : লাক্স কি ?

সারস্বতিকা সেন, ভাগলপুর

প্রশ্ন 2. : পাইরোলেনাম কি ?

আমলম্বর মিত্র, কলিকাতা-40

উত্তর 1. : এক ধরনের বিশেষ কীটের বেহ থেকে নির্মিত রস জ্বাট বেঁধে সজলজাতীর পদার্থের উৎপত্তি হয়। একেই বলা হয় লাক্স। এই জাতীয় কীটকে বলা হয় লাক্সাকীট। একজাতীয় গাছের লাক্সের লাক্সাকীট আশ্রয় নেয়। ভারত, ব্রহ্মদেশ



একটি ভারসার বসেই পরিমাণে লাকার উৎপাদন হয়। প্রধানতঃ দুটি মৌলিক রাসায়নিক পদার্থের সংমিশ্রণে লাকা গঠিত। লাকা দেখতে লাল রঙের হয়ে থাকে। উপরিউক্ত রাসায়নিক পদার্থ দুটির নাম হচ্ছে লাকারিক অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণ এবং অ্যাক্রিথোলাকিন। প্রথমটি হল অম্লীয় এবং এর অম্লীয় অবস্থার যা হয় হাকা লাল। দ্বিতীয়টি হল অম্লবীর, অ্যাক্রিথোলাকিন স্পিরিটে অম্লীয় এবং এটি বাষ্পিত হিমাংবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

লাকা অল্প ভাপেই গলে যায় এবং রবারের মত স্থিতিস্থাপক। লাকার প্রধান অংশ হচ্ছে রজন। পরিশোধিত লাকা থেকে হ-রকমের রজন পাওয়া যায়, তদ্ব্যতীত একটি অ্যাসিটোনে অম্লীয় (নরম রজন) এবং অল্পটি অম্লবীর (কঠিন রজন)। কঠিন রজনকে কারের মাধ্যমে আর্জ-বিদ্রবণ করে বর্তমানে বিজ্ঞানীরা অ্যানুইটিক অ্যাসিড, কেরোলিক অ্যাসিড, সেলোলিক অ্যাসিড ইত্যাদি অ্যাসিড এবং নরম রজনের আর্জ-বিদ্রবণে কয়েকটি চর্বিজাতীয় অ্যাসিড পেরেছেন। এসব কারণে বর্তমানে লাকা-রজনকে নরম রজন ও কঠিন রজনের সাধারণ মিশ্রণে তৈরি একটি পদার্থ বলা হয়।

গ্রীচ্ লাকা, গেলাক লাকা, টিক লাকা, সিড লাকা—এই চার ভাগে লাকাকে ভাগ করা হয়। অবশ্য এই শ্রেণিবিভাগ মূলতঃ তাদের বিকৃততাকে ভিত্তি করেই করা হয়। আমরা যে পালা ব্যবহার করি, তা উপরিউক্ত লাকারই নামান্তর।

উত্তর ২.: কেলাসযুক্ত কাচকে পাইরোসেরাম বলা হয়। সাধারণতঃ কাচ কেলাস-যুক্ত হয়ে থাকে। কারণ, কাচ তৈরির সময় তরল কাচের সান্দ্রতা খুবই বেশী থাকে এবং কাচের কঠিন ও গলিত অবস্থার মধ্যে যুক্ত শক্তির পার্থক্য খুবই কম থাকে, যার ফলে কেলাসের সৃষ্টি হতে পারে না। এক বিশেষ পদ্ধতির সাহায্যে গলিত কাচের মধ্যে টাইটেনিয়াম ডাই-অক্সাইড দেওয়া হয়। টাইটেনিয়াম ডাই-অক্সাইড গলিত কাচে অম্লীয়। ঠাণ্ডা হবার সময় এই পদার্থটি কেলাস তৈরির কেন্দ্রীভবন কাজ করে এবং পরবর্তী কালে ঠাণ্ডা অবস্থায় পাইরোসেরাম কাচের সৃষ্টি করে।

এই জাতীয় কাচ খুবই শক্ত এবং সহজে এতে দাগ কাটা যায় না। তাপমাত্রার পরিবর্তন সহ্য করার ক্ষমতাও সাধারণ কাচের তুলনায় এদের বেশী

স্বাক্ষর লে०



# বিবিধ

## কোপার্নিকাসের পঞ্চমত জন্মবার্ষিকী

প্রসিদ্ধ জ্যোতির্বিদ্‌ নিকোলাস কোপার্নিকাসের পঞ্চমত জন্মবার্ষিকী উদ্‌যাপন উপলক্ষ্যে গত 19-20 ফেব্রুয়ারী ভারত সরকারের শিক্ষা-মন্ত্রক ও ভারতীয় জাতীয় বিজ্ঞান পরিষদের (Indian National Science Academy) যৌথ উদ্যোগে নৃতন জির্জীর বিজ্ঞান ভবনে এক আন্তর্জাতিক আলোচনা-চক্রের আয়োজন করা হয়। অষ্টানটির উদ্বোধন করেন কেন্দ্রীয় শিক্ষামন্ত্রী অধ্যাপক মুকুল হাসান। এই অহুঠানে বিনিষ্ট ভারতীয় বিজ্ঞানীরা এবং পোলাণ্ড ও জর্জিয়ার আন্তর্জাতিক ব্যাতিসম্পন্ন জ্যোতির্বিদ্‌ এবং পদার্থ-বিজ্ঞানী অংশগ্রহণ করেন। সর্বপ্র আলোচনার অহুঠানটি তিনটি ভাগে ভাগ করা হয় : (ক) কোপার্নিকাসের জীবনী ও কাৰ্‌, (ব) প্রাক্‌-কোপার্নিকাস যুগে ভারতীয় জ্যোতির্বিদ্যা এবং (গ) প্রাক্‌-কোপার্নিকাস ও পরবর্তী যুগে ইউরোপে জ্যোতির্বিদ্যার চর্চা। কোপার্নিকাসের জীবনী ও কাৰ্‌বনী সত্বে নিবন্ধ পাঠ করেন পোলাণ্ডের জ্যোতির্বিদ্‌ সংস্থার প্রোফে: স্মাক (Prof. Smak), জর্জিয়ার অ্যাকাডেমি অব সায়েন্সের (Academy of Science) সহ-সভাপতি প্রোফে: খারাদ্‌সে (Prof. Kharadze) এবং বিশ্বভারতী বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক ঐসরীকুমার ঘোষ (বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের কাৰ্‌করী সমিতির অহুতব সদস্য)। বিভিন্ন অবিবেশনে প্রাক্‌-ভারতীয় জ্যোতির্বিদ্যা সত্বে গবেষণামূলক বহু জ্ঞানগর্ভ প্রবন্ধ পঠিত হয়; তত্বে ভারতীয় জাতীয় বিজ্ঞান পরিষদের

ঐসরী বীণা চট্টোপাধ্যায়ের 'বার্ষিকী ও ভাৱ তত্ত্ব' শীর্ষক নিবন্ধটি বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। প্রাক্‌-কোপার্নিকাস যুগেও যে ভারতীয় জ্যোতির্বিদ্‌দের বহু সৌরকেন্দ্রিক তত্ত্বের ধারণা প্রচলিত ছিল, ঐসরী চট্টোপাধ্যায়ের এই নিবন্ধে তা স্পষ্টভাবে প্রমাণিত হয়। এই অবিবেশনে বাগান্দী সংস্কৃত বিশ্ববিদ্যালয়সহ ভারতের বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয় থেকে আগত প্রতিবিদ্য-বিশ্বের তথ্যমূলক প্রবন্ধাদি পঠিত হয়। তৃতীয় এবং শেষ অবিবেশনে পোলিশ অ্যাকাডেমি অব সায়েন্সের (Polish Academy of Science) প্রসিদ্ধ পদার্থবিদ্‌ প্রোফে: ট্রাউটম্যানের (Prof. Trautman) 'কোপার্নিকাস ও আধুনিক পদার্থবিদ্যা' শীর্ষক প্রবন্ধটি ছিল সর্বাঙ্গেকা আকর্ষণীয়। এতদ্ব্যতীত ভারতে আধুনিক জ্যোতির্বিদ্যার চর্চা এবং গবেষণা সত্বে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করেন কোম্বাইক্যানাল জ্যোতির্বিদ্যা সংস্থার পরিচালক ডক্টর ভেইনু বাপু (Dr. Vainu Bappu), বৈদিতাল দানবদ্বিদের পরিচালক ডক্টর সিন্‌ভাল (Dr. Sinhal) এবং বোম্বাইয়ের টাটা বোলিক গবেষণা কেন্দ্রের ডক্টর মেনন (Dr. Menon)। সমাপ্তি অহুঠানে অধ্যাপক কোঠারির এক বনোজ ভাষণও বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।

সংগীত এই অহুঠান উপলক্ষ্যে পোলিশ হুতাংসের সহযোগিতায় কোপার্নিকাস সত্বে একটি চলচ্চিত্র এবং একটি প্রদর্শনীরও আয়োজন করা হয়।

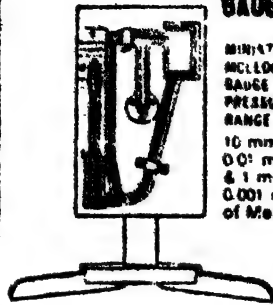
## প্রবাস সম্পাদক—ঐনোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

ঐনোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য কল্কত পি-23, রাজা হাফুক ট্রা, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং উক্তপ্রশ  
37/7 খেনিয়ার্টোকা সেন, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কল্কত প্রসিদ্ধ।





**THE 'FINE FOUR' IN 'BASYNTH' RANGE !**



## OIL DIFFUSION PUMP

with Baffle Valve  
By Loss (H)  
Valves etc

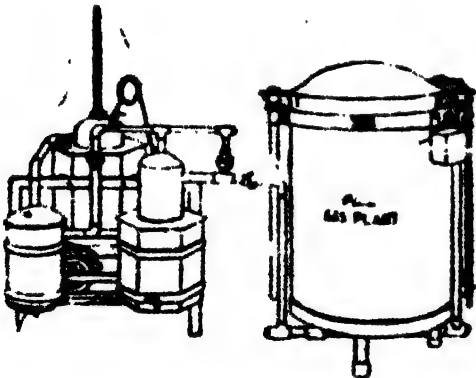
(Air-metal Body)  
VACUUM:  
10<sup>-5</sup> mm. Hg  
with Basynth Fluid  
SPEED:  
50 Liters/Sec.  
or more.



**MANUFACTURED BY :**

**BASIC & SYNTHETIC CHEMICALS PRIVATE LTD.**

25 EAST NODD JADAVPUR, CALCUTTA-20



**ଆସରା ତୈରୀ କରି :**

- পরাবিভাজন, বসায়ন, ধীরবিভাজন, শাখীকৃত  
কুসোল ও কুবিভাজন ব্যবহৃত বিবিধ যন্ত্রপাতি,  
মডেল ও চার্ট
- ইতিহাস এবং টেকনোলজিক্যাল মডেল  
ও যন্ত্রপাতি
- বিভাজনপাথের সাজসজ্জা ও জালবার পত্র
- আলোকের কারখানার প্রস্তুত প্যাস প্যাট,  
ডিফ্রিক্ট ওয়াটার প্যাট, হাউস ও ব্যাকটিরিও-  
লজিক্যাল ইনকিউবেটর, পার্বেলোপটিক ওয়েভ  
ও বাথ, সেকিং বেনিন, ক্যান্ডিলা প্যাস  
প্রভৃতি সর্বত্র সহায়ক।

আমাদের প্রাথমিকদের মধ্যে আছে :

দুনিয়াৰি শিক্ষা প্রতিষ্ঠান, উচ্চ মাধ্যমিক ও বহুমুখী বিজ্ঞান, মহাবিদ্যালয় ইতিবিদ্যাবিঃ স্নেহিক্যাল  
ও এগ্রিকালচাৰেল শিক্ষা প্রতিষ্ঠান এবং কেন্দ্রীয় ও রাজ্য সরকারের বিভিন্ন গবেষণাগার ও  
গিৰিষ শিল্প প্রতিষ্ঠান ।

বৈজ্ঞানিক বহুপাতি নিষাধা ও ইলেক্ট্র, জার্মানী, আমেরিকা, জাপান প্রভৃতি দেশ হইতে আমদানী বাবতীয়া বহুপাতি ও বাদান্ননিক পদার্থের সত্তব্যবাহকারী নির্ভরযোগ্য প্রতিষ্ঠান :

(अभिमत इनके सन्दर्भ कार्यालय (हैडक्वार्टर) आ: लि:

টেলিফোন ২৪ ৩২৭১

४६, बर्कतना गेट, कलिकाता-१०

ଶ୍ରୀମତୀ : ମିସ୍ତକେ, କଲିକତା ।



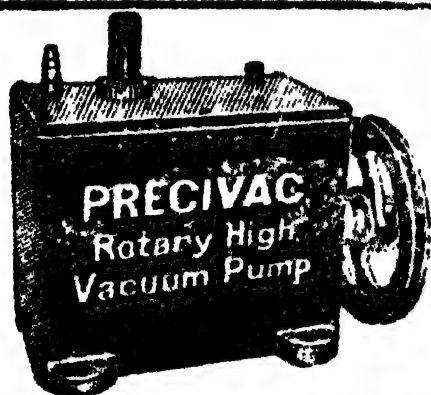
## বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ ও 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার নিয়মাবলী

1. পরিষদের বার্ষিক সভা-টাকা 16'00 টাকা ও পত্রিকার বার্ষিক সভাক প্রোডাক-টাকা 15'00 টাকা ; বার্ষিক টাকার বৎসরে 8'00 টাকা ও 7'50 টাকা। সাধারণতঃ তিঃ পিঃ বোর্ডে পত্রিকা পাঠানো হয় না। সভ্যগণকে প্রতিবাসে পত্রিকা প্রেরিত হয়ে থাকে।
2. প্রতি বার্ষিক প্রথমভাগে প্রোডাক ও সভ্যগণকে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকা বার্ষিক সাধারণ বৃক্ষপোষ্টবোর্ডে পাঠানো হয় ; কোন বার্ষিক 15 তারিখের মধ্যে সেই বার্ষিক পত্রিকা না পেলে স্থানীয় পোষ্ট অফিসের ব্যবস্থাসহ সঙ্গে সঙ্গে কার্যালয়ে পত্রিকা জানাতে হবে। এর পরে জানালে প্রতিকার সম্ভব নয় ; উক্ত থাকলে পরেও উপযুক্ত মূল্যে ড্রপিকট কপি পাওয়া যেতে পারে।
3. টাকাকড়ি, চিঠিপত্র, বিজ্ঞাপনের কপি প্রভৃতি কর্মসূচি, বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ, পি 23, রাজা রাজকৃষ্ণ ষ্ট্রিট, কলিকাতা-6 টিকানার প্রেরিতব্য ; ব্যক্তিগতভাবে কোন অঙ্গসম্পাদনের প্রয়োজন হলে 10-30টা থেকে 5 টার (শনিবার 2টা পর্যন্ত) মধ্যে উক্ত টিকানার অফিসে জমা রাখার সঙ্গে সাফা করা যায়।
4. 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার প্রবন্ধাদি প্রকাশের ক্ষেত্রে বিজ্ঞানবিষয়ক এমন বিষয়বস্তু নির্বাচন করা বাঙালীর জনসাধারণ বাতে সহজে আকৃষ্ট হয়। বক্তব্য বিষয় সরল ও সহজবোধ্য ভাষায় বর্ণনা করা প্রয়োজন এবং মোটামুটি 1000 শব্দের মধ্যে সীমাবদ্ধ রাখা বাঙালীর।
5. প্রবন্ধাদির পাণ্ডুলিপি কাগজের এক পৃষ্ঠার কালি দিয়ে পত্রিকার প্রকাশকের লেখা প্রয়োজন ; প্রবন্ধের সঙ্গে চিত্র থাকলে চাইনিজ কালিতে অঙ্কিত কপি পাঠাতে হবে।
6. বার্ষিক রেজেক্টর পরে বিজ্ঞান বাঙালীর ; উপযুক্ত পরিচালার অভাবে আন্তর্জাতিক একটি বাংলা ছকে লিখে ড্রাকটে ট্রান্সলিট করা হবে। প্রবন্ধে আন্তর্জাতিক সংখ্যা ব্যবহার করতে হবে।
7. প্রবন্ধের সঙ্গে লেখকের পূর্ণ নাম ও টিকানা না থাকলে ছাপা হয় না। কপি রেখে প্রবন্ধ পাঠানো। কারণ অনন্যোনীত প্রবন্ধ সাধারণতঃ কেবল পাঠানো হয় না। প্রবন্ধের মৌলিকত্ব রক্ষা করে অংশবিশেষ পরিবর্তন, পরিবর্তন বা পরিবর্তনে সম্পাদক বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদে। প্রবন্ধ অনন্যোনীত হবার কারণ জানাতে সম্পাদক বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদে।
8. জ্ঞান ও বিজ্ঞানে পুস্তক সমালোচনার ক্ষেত্রে দুই কপি পুস্তক পাঠাতে হবে।
9. চিঠি-পত্রে সর্বদা প্রোডাক বা সভা বকর উল্লেখ করবেন।



## বিষয়-সূচী

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদ্ সন্মেলন	... রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়	257
ভাষাতত্ত্বে গণিতের প্রয়োগ এসসকে	... নোয়াম কোয়াকি	259
ভাষ্যকপিক আলোকনিধন	... সন্নিপকুমার চক্রবর্তী	267
মিষ্টক ও হাইড্রোজেন বন্ধনী	... গদাধর বিশ্বাস ও হুমিতা চৌধুরী	271
প্রাচীন বিশবীয়া স্থাপত্য ও নগর-বিত্তান	... অমলীকুমার দে	275
যান্ত্রিক বন্ধনী	... গণিতা পত্রী	283
বাধ'ক্য কেন আসে ?	... যশবন্তকুমার গাঙ্গুলী	292
অপারেশন	... রবীন্দ্রনাথ ভট্টাচার্য	294
চিহ্ন-পত্র	...	297
বাধু দুমিতকরণ	... বলাই কুণ্ড	299



**For Industry, Research  
Educational Institutes  
& Govt. Contractors**

**PRECIVAC ENGINEERING COMPANY**  
C/O: SRI. S. S. CHATTERJEE ROAD  
CALCUTTA-42. PHONE: 45-057  
Factory: JOGINDRA GARDEN, RAJBARSA,  
P.O. HALTE, DIST: 21 PARANAG.

## PYREX TABLE BLOWN GLASS WARE

আমরা পাটেরেন কাঁচের-টিউব হুটে  
সকল প্রকার বৈজ্ঞানিক গবেষণাগারের  
অন্ত যাবতীয় যন্ত্রপাতি প্রস্তুত ও সরবরাহ  
করিয়া থাকি।

এই প্রিকার অঙ্গসজ্জা করুন :

**S. K. Biswas & Co.**  
137, Bowbazar St.  
Koley Buildings, Calcutta-12

Gram : Soxhlet. Phone : 35-9915



## বিষয়-সূচী

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
কৃষি-সংবাদ	...	301
বিজ্ঞান-সংবাদ	...	303

### কিশোর বিজ্ঞানীর দপ্তর

অনিগ্রহ	...	রজন বন্দ্যোপাধ্যায়	305
অবাস	...	অশোক সেন	308
পারদর্শিতার পরীক্ষা	...	ব্রজেন্দ্র দাঁশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	310
পৃথিবীর উৎপত্তি	...	জ্যোতিষ দত্ত	312
উদ্ভিদ (পারদর্শিতার পরীক্ষা)	...		316
জল ও উদ্ভিদ	...	ভবানন্দ দত্ত	316
বিবিধ	...		317
বকীর বিজ্ঞান পরিষদের শাখা গঠনের নিয়মাবলী	...		319

### Latest Calcutta University Publication

1. Bangla Abhidhan Granther Parichay, (1743-1867) ( বাংলা অভিধান গ্রন্থের পরিচয় ) ( ১৭৪৩-১৮৬৭ খৃঃ ) (in Bengali), by Sri Jatindra Mohan Bhattacharya. Royal 8 vo. pp. 336. 1970. Price Rs. 12.00
2. Brindabaner Chhay Goswami ( ব্রজাবনের ছায়া গোস্বামী ) (in Bengali), by Dr. Nareschchandra Jana. D. 16 mo. pp. 336. 1970. Price Rs. 15.00
3. Collected Poems & Early Poems & Letters, by Sri Manmohan Ghose. Edited by Sm. Lotika Ghose. Royal 8 vo. pp. 320. 1970. Price Rs. 25.00
4. Early Indian Indigenous Coins, edited by D. C. Sircar. Demy 16 mo. pp. 184+1 plate. 1971. Price Rs. 12.00
5. Fundamental of Hinduism (2nd Edition), by Dr. S. C. Chatterjee. Demy 16 mo. pp. 220. 1970. Price Rs. 5.00
6. Foreigners of Ancient India & Lakshmi & Sarasavati in Art & Literature, edited by D. C. Sircar. Demy 16 mo. pp. 200+9 plates. 1970. Price Rs. 12.00
7. Govinda Vijay ( গোবিন্দ বিজয় ) (in Bengali), edited by Dr. Pijuskanti Mahapatra. D/Demy 16 mo. pp. 584. 1969. Price Rs. 25.00
8. Gopi Chandra Nataka, by Dr. Tarapada Mukherjee. Demy 16 mo. pp. 172. 1970. Price Rs. 10.00
9. Illusion and its Corrections, by Dr. Jatilcoomar Mukherjee. Royal 8 vo. pp. 334. 1969. Price Rs. 20.00
10. Mahabharat (Kavi Sanjoy) ( মহাভারত—কবি সন্জয় বিহিতি ), by Dr. Munindrakumar Ghose. Royal 8 vo. pp. 1070. 1669. Price Rs. 40.00

for further details, please enquire :

Publication Department, University of Calcutta  
48, HAZRA ROAD, CALCUTTA-19.



**SOME OF THE  
BASIC PRODUCTS  
MANUFACTURED  
BY US**

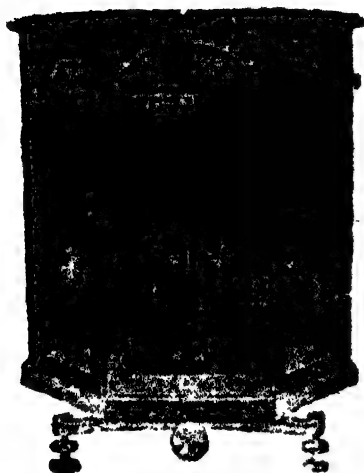
.....  
.....

SACCHARIN  
PHENACETIN  
ETHYL OLEATE  
MENTHOL  
STEARIC ACID  
STEARATES  
OLEIC ACID  
GLYCERYL MONO-STEARATE  
ALSO OTHER PHARMACOPOEIAL,  
TECHNICAL CHEMICALS  
& LABORATORY REAGENTS

**THE  
CALCUTTA CHEMICAL CO. LTD.  
CALCUTTA 29**



আনান্টিফায়ার ব্যাল



পণ্যবিশেষ, শিল্প ও শিল্পা বিভাগের প্রয়োজনীয়

স্বাস্থ্যকর পরিমাণে বহু প্রকারের :

মার্কিনিয়া ইন্ডাস্ট্রিজ (ইন্ডিয়া) প্রাইভেট লিমিটেড

৩৪, ব্যারাক্স বাগান লেন

::

২, বর্ষভা রোড

মালিকানা, হাওড়া

ফোন : ৬৬-৩৫৫৬

বেলুচ, হাওড়া

## লেক্সিন

সর্পদংশনের সুবিধাযুক্ত মহোদয়,

সর্বপ্রকার সর্পবিষ নষ্ট করে।

কলেজের নির্ভরযোগ্য ঔষধ, প্রতিবেদক

হিসাবেও নিশ্চিত কল্যাণ।

লেক্সিন সকল সস্ত্রান্ত দোকানে পাওয়া যায়।

পি. ব্যারাক্স মিহিলায়, বিহার

কলিকাতা অফিস : ১০২ ডি, ভাদাশাসক হুবার্ড রোড

কলিকাতা-২৬



# জ্ঞান ও বিজ্ঞান

ষড়্বিংশতিতম বর্ষ

মে, 1973

পঞ্চম সংখ্যা

## বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদ্ সন্মেলন

উন্নত ও উন্নয়নশীল সকল দেশেই আজ  
প্রগতি ও জনকল্যাণের কাজে বিজ্ঞানী ও  
প্রযুক্তিবিদদের ভূমিকার গুরুত্ব বিশেষভাবে  
অঙ্গীকৃত হচ্ছে। তাই প্রযুক্তিগত গবেষণা কেন্দ্র  
এবং সারা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার কিমিয়া-  
এর যৌথ উদ্যোগে সম্প্রতি কলকাতার উপকণ্ঠে  
বিধান নগরে বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদদের তিন-  
দিনব্যাপী সন্মেলন আয়োজিত হয়েছে। ভারতের  
সারা সারা থেকে বহু পত্রাবিক বিজ্ঞানী,  
প্রযুক্তিবিদ, শিল্প পরিচালক, যোজনাকার, শিক্ষা-  
বিদ্ প্রভৃতি এই সন্মেলনের আলোচনায় যোগদান  
করেন।

এই ধরনের আলোচনা-চক্র কলকাতার এর  
আগে হয় নি, ভারতের অন্তর্ভুক্ত পূর্ব কম হয়েছে।

এই আলোচনা-চক্রের যোজিত উদ্দেশ্যও বিরাট।  
শক্ত বোম্বার অস্ত্র-কৃতির ক্ষেত্রে বিজ্ঞান ও  
প্রযুক্তিবিদ্যাসংক্রান্ত একটি পরিকল্পনা তৈরি  
করে। ইতিমধ্যেই এই পরিকল্পনার একটি আভাস-  
পত্রও প্রস্তুত করা হয়েছে। এই আভাসপত্রের  
ভিত্তিতে পরিকল্পনা রচনার আগে দেশের বিভিন্ন  
স্থানে এই বিষয়ে আগ্রহী ব্যক্তিদের সঙ্গে  
আলোচনা করা হচ্ছে। কলকাতার এই সন্মে-  
লনের আগে বোম্বাই, ব্যাংকোলের ও কানপুরে  
তিনটি আলোচনা-চক্র আয়োজিত হয়েছে। চতুর্থটি  
আয়োজিত হলো কলকাতায়।

কলকাতার সন্মেলনে জাতীয় বিজ্ঞান ও  
প্রযুক্তিবিদ্য কবির সত্যেন্দ্র প্রসাদ বসুর  
শ্রীমন্তন্যায় বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদদের কাছে



কয়েকটি এর উপাশন করেছেন। তিনি এর করেছেন :

(1) বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিজ্ঞানসম্পর্কিত গবেষণায় যে বিপুল পরিমাণ অর্থ ব্যয় করা হচ্ছে, তার উপযুক্ত প্রতিদান কি আমরা পাচ্ছি ?

(2) খৌলিক ও কলিত বিজ্ঞানের গবেষণার মধ্যে তারসাম্য রক্ষিত হচ্ছে কি ?

(3) আমরা কি উপযুক্ত লোককে বিজ্ঞান শিক্ষা দিচ্ছি ?

(4) বিজ্ঞানের ব্যাপারে আর্থিকের পরি-কল্পনা কি হওয়া উচিত ?

(5) পক্ষম স্বোক্ততার আর্থিকের বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিজ্ঞান কর্মকাণ্ডের স্বপক্ষে কি হওয়া উচিত ?

জুন্সের বিনয়, বিধান নগরের সম্মেলনে এই গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলি সম্পর্কে যেমন কোন স্পষ্টীকৃত আলোচনা হতে দেখা গেল না। কয়েকজন অল্প সময়ের আকারে তাঁদের অভিমত ব্যক্ত করেছেন। বিশেষ থেকে প্রযুক্তি-গত কোশল আবিষ্কারের বিপদ সম্পর্কে বলেছেন, বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিজ্ঞান শিক্ষার সমতা উল্লেখ করেছেন। কিন্তু সেগুলিকে একটা সুনির্দিষ্ট ও সুনিশ্চিত রূপ দেবার চেষ্টা আঁচো হয় নি।

বিধান নগরে ঐকমত্যময় বলেছেন—রাষ্ট্র-নীতিক ও প্রশাসকদের আবিপত্যের দিন ফুরিয়ে এসেছে, এখন বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদদের আবিপত্যের দিন এসেছে। কিন্তু সত্যি কি তাই ? পরমা এপ্রিলের (1973) সংবাদপত্রে বস্ত্রী বহোদয়ের এই বক্তব্য বড় নিরোনাচার প্রকাশিত হয়েছিল। আবার ঐ দিনই তৃতীয় বেতন কমিশনের সুপারিশগুলিও সংবাদপত্রে প্রকাশিত

হয়। তাতে বেতা দায়, বেতন কমিশন সাধারণ প্রশাসকদের বেতনের হার বিশেষজ্ঞদের উপরে রাখবার সুপারিশ করেছেন।

সত্য কথা বলতে কি, এই দেশের প্রশাসিত ও অর্থনীতিক উন্নয়নে সরকার বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদদের তৃষ্ণিকার বর্ষাৰ্থ সুল্যায়ন আজও করেন নি। তাঁদের কাছে প্রশাসকদের স্ফোট সর্বাধিক। সমাজ-ব্যবস্থার শেষ কথা বলবার দাবী বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদদের করেন না। তাঁরা শুধু দাবী করেন—প্রশাসকদের দে সিদ্ধান্তই গ্রহণ করুন বা কেন, সেটা যেন সঠিক ঐকমত্যিক ও প্রযুক্তিবিজ্ঞানত তথ্যের ভিত্তিতে করা হয়। আর সিদ্ধান্ত গ্রহণের পর সেটা কাজে পরিণত করার বেত্রে বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদদের সম্পূর্ণ স্বাধীনতা দিতে হবে—সেখানে প্রশাসকদের ব্যবসায়ী অবস্থানীয়।

কলকাতার সম্মেলনের আগে কানপুর ও ব্যাংকালোরে বিজ্ঞানী সমাজের কাছে ঐকমত্যময় একটি দাবী করেছেন। তিনি বলেছেন—পাশ্চাত্যের জয়কালো গবেষণার মোহ আপনাতঃ ছাড়ুন, বিজ্ঞান-চর্চার ভারতীয় পথ আপনাতঃ গ্রহণ করুন।

কি অর্থে বস্ত্রী বহোদয় এই কথা বলেছেন, তা আমরা জানি না। অল্প যদি ভারতীয় জনগণের এয়োজন অহুণারে ভারতে প্রাপ্ত সাবজী নিয়ে অনাড়ম্বর প্রচার গবেষণার উপর বস্ত্রীবহোদয় অগ্রাধিকারের কথা বলে থাকেন, সেটা অল্প কথা। ভারতীয় বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তি-বিদদের সে পথে অগ্রসর হতে সব সময়েই আগ্রহী বলে আমরা মনে করি।

স্বাধীন বস্তুত্বাপাখ্যায়

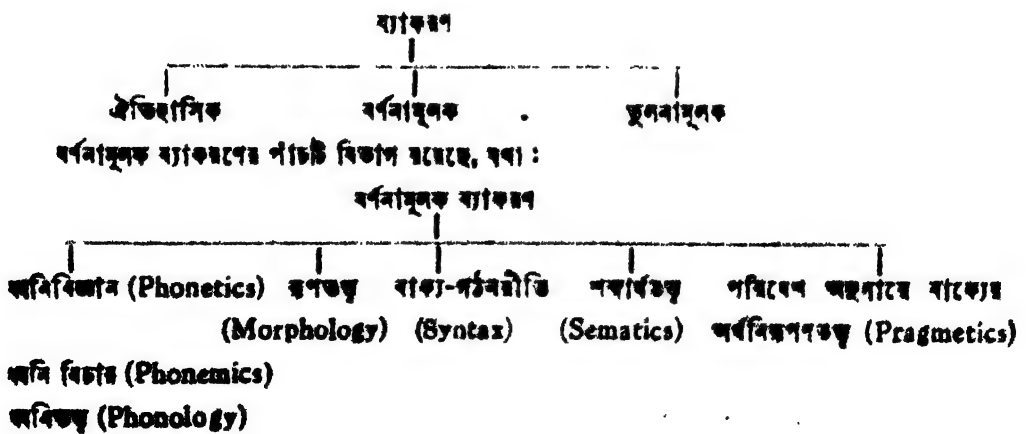


# ভাষাতত্ত্বে গণিতের প্রয়োগ প্রসঙ্গে নোয়াম কোমস্কি

ড্যানিল মজুমদার\*

বিল্লিতে 1972 সালের বেহর স্মারক বক্তৃতা দেবার ক্ষেত্রে আমেরিকান ম্যাসাচুসেট্‌স ইনস্টিটিউট অব টেকনোলজির (Massachusetts Institute of Technology) ভাষাতত্ত্বের অধ্যাপক নোয়াম কোমস্কি (Noam Chomsky) আদরিত হয়েছিলেন। নব্য ভাষাতত্ত্বে অধ্যাপক কোমস্কির কাজ খুব পরিচিত না হলেও শেটা বোকা খুবই ছুতর। এই প্রবন্ধে আমরা ভাষাতত্ত্বে কোমস্কি গণিতের ও অটোম্যাটা তত্ত্বের (Automata theory) যে ব্যৱণাভঙ্গি প্রয়োগ করেছেন, মূল্যত: সেগুলির একটি সহজ ও সংক্ষিপ্ত বিবরণ দেবার চেষ্টা করবো। কোমস্কির পাঠকদের কোমস্কি ও মিলারের (Miller) গবেষণা-পত্রগুলির<sup>(১), (২)</sup> দিকে দৃষ্টি আকর্ষণ করা হচ্ছে। মাজুমদার ভাষাকে গাণিতিক কাঠামোর মধ্যে আনিতে চেয়েছেন যে সব ভাষাবিদ, কোমস্কি

উপেক্ষা করেন। আমরা যে ভাষার কথা বলি, তার জ্ঞান, রূপ, ব্যাকরণীতি ও শব্দার্থের মধ্যে স্বভাবত:ই এত বৈচিত্র্য রয়েছে যে, সেটাকে সম্পূর্ণভাবে একটি গাণিতিক মত্রে মধ্যে কেনা অসম্ভব। কিন্তু একটি ভাষার ব্যাকরণ যে মহলাপে লুক্তিবিজ্ঞান (Logic) সাহায্যে গঠিত হতে পারে, তা আমাদের দেশের পানিনি প্রমাণ করেছেন। পানিনির ব্যাকরণ মাসব্যবহার একটি খেঁচ নির্দ্বন্দ্ব—একথা পান্ডিত্যের ভাষাতত্ত্ববিদেরাও স্বীকার করেন। একটি ভাষার ব্যাকরণ যদি একটি লুক্তি-প্রাচ্য কাঠামোর মধ্যে আনা যায়, তবে সেই ব্যাকরণের মাধ্যমে ভাষাটিই বা নির্ণীত হবে না কেন? কোমস্কি তাই ব্যাকরণকেই তাঁর আলোচনার মূল বিষয়বস্তু হিসাবে নিয়েছেন। আমরা জানি যে, ব্যাকরণের আলোচনা প্রবানত: তিন ভাবে হতে পারে<sup>৩</sup>:



এই প্রবন্ধের প্রথম অংশে আমাদের আলোচনা প্রবানত: বর্ণনামূলক ব্যাকরণের একটি বিভাগ

\* কলিউটার সার্বজন্য বিভাগ, বাসমপুর বিদ্যালয়, কলিকাতা-32



বাক্য গঠন রীতিতে পণ্ডিতের যে সব ধারণা (Concepts) প্রয়োগ করা হয়েছে, তার মধ্যেই সীমাবদ্ধ থাকবে।

### প্রথম অংশ

ভাষা ও ব্যাকরণের সংজ্ঞার কোম্বি গণিতের সেট (Set) তত্ত্বের সাহায্য নিরূপিত। তাঁর মতে, নির্দিষ্ট বা কবিত ভাষা কতকগুলি সীমিত সংখ্যক শব্দ বা শব্দ নিয়ে গঠিত বাক্যের সংগ্রহ (A set of sentences, each finite in length)। এই সংগ্রহ সীমিতও হতে পারে কিংবা অসীমিতও হতে পারে অর্থাৎ একটি ভাষার অনাংখ্য বাক্য থাকতে পারে। ভাষার ব্যাকরণ (Grammar) কতকগুলি সীমিত সংখ্যক নিয়মের সংগ্রহ (A finite set of rules), যেটা ভাষার শব্দ সংগ্রহ (Vocabulary) থেকে বাক্য তৈরি করে ঐ ভাষাকে রূপায়িত করেছে। ব্যাকরণের এই সংজ্ঞা গণিতের কাংশনের (Function) কথা স্মরণ করিয়ে দেয়। [১৭ নম্বর টেবিল।

### ব্যাকরণ

শব্দ সংগ্রহ  $\longleftrightarrow$  অর্থপূর্ণ বাক্যের  
(Domain) (Function) সংগ্রহ (Range)  
[১৭ নম্বর

ব্যাকরণের দৃষ্টান্তগুলি এমন হওয়া প্রয়োজন, যার দ্বারা ভাষার প্রত্যেক বাক্য এবং ঐ বাক্যের মধ্যস্থিত শব্দের বিভাগ, শব্দের গঠন-প্রণালী, জ্ঞান ও পুরা বাক্যটির ব্যবহার ও অর্থ সবই নিরূপিত হবে। ব্যাকরণের দৃষ্টসংখ্যা অবশ্যই সীমিত হওয়া চাই; কারণ এক-একটি বাক্যের অন্তে এক-একটি নিয়ম একাত্তই অর্থহীন।

ব্যাকরণের এই নিয়মগুলির আংশিক রূপ নির্ণয় করার জন্য অজ্ঞান হিসাবে কোম্বি উদ্ভাবিত বাক্যাংশের (Phrase) গঠনভিত্তিক

ব্যাকরণের (Phrase-Structure Grammar বা সংক্ষেপে PSG) উল্লেখ করা যেতে পারে। এই ব্যাকরণের রীতি অনুযায়ী একটি বাক্যকে বাক্যাংশ (Phrase) ভাঙলে বাক্যাংশের একটি বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায়। পণ্ডিতের ভাষায় এই বৈশিষ্ট্যকে বলা যায় পৌনঃপুনিক অবস্থিতি (Recursion) এই প্রসঙ্গে বিস্তারিতভাবে কিছু বলবার আগে একটি অর্থপূর্ণ বাক্য শব্দের বিভাগ শব্দের কিছু মন্তব্য প্রয়োজন। এখানে গণিতের ক্রম (Sequence) ও গ্রুপের (Group) ধারণা প্রয়োগ করা যায়। এই ধারণাগুলি ইংরেজী ভাষার বাক্যের বা ইংরেজীর অনুরূপ যে সব ভাষার লাতিন লিপি (Latin script) ব্যবহৃত হয় না, সেই সব ভাষার বাক্যের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। যে সব ভাষার লাতিন লিপি ব্যবহৃত হয় না, সেই সব ভাষার ক্ষেত্রে এই ধরনের গাণিতিক ব্যাখ্যা সম্ভব নাও হতে পারে।

মনে আছে এই রকম একটি ইংরেজী বাক্য নেওয়া হলো। আদর্শ জ্ঞানি যে, ইংরেজী ভাষার শব্দ সংগ্রহের (Vocabulary) কয়েকটি সীমিত সংখ্যক শব্দ (বা রূপান্তরিত শব্দ) ব্যাকরণের নিদিষ্ট নিয়ম অনুসারে পাশাপাশি বসিয়ে (Concatenation) বাক্যটি তৈরি হয়েছে এবং এই কারণে বাক্যের মধ্যে প্রত্যেক শব্দের একটি নির্দিষ্ট স্থান আছে। ক্রমান্বয়ে সাজানো এই শব্দ সংগ্রহকে আমরা বলবো শব্দক্রম (String)। দুটি পাশাপাশি বসানো শব্দের মধ্যে খালিগা জায়গা বাক্য থাকে। এই খালি স্থানকেও (Blank space) আমরা একটি শব্দ হিসাবে ধরবো ও পণ্ডিতের 'o' প্রতীক দিয়ে নির্দেশ করবো।। অল্প শব্দগুলিকে আমরা গণিতের 'x', 'y' ইত্যাদি প্রতীক দিয়ে ও পাশাপাশি বসানোকে আমরা  $\sim$  চিহ্ন দিয়ে নির্দেশ করবো। দেখা যায় যে, বাক্যের শব্দগুলি নিরনির্দিষ্ট দূরত্বে বসে চলে :



(১) 'x' এবং 'y' যদি দুটি বিভিন্ন পদ হয়, তাহলে তাঁদের পাশাপাশি বসিয়ে যে পদ হয় হলো, অর্থাৎ  $x - y$  যেটা পদক্রমেই একটি উপাদান (Element)

(২) 'x', 'y' এবং 'z' যদি তিনটি পাশাপাশি বসানো পদ হয়, তবে তাঁদের পাশাপাশি বসানোটা সংযোগ নিয়ম (Associative law) যেনে চলে অর্থাৎ  $(x - y) - z = x - (y - z)$

(৩)  $x - 0 = x$

গণিতে যোগ মূলত: দুটি সংখ্যা বা বস্তুকে নিয়ে করা হয় (Binary operation)। অল্পকল্প-ভাবে পাশাপাশি বসানোটা একটা দ্বিপদী ক্রিয়া (Binary operation), যার সাহায্যে দুটি পদ থেকে নতুন পদক্রম তৈরি হয়। ২য় স্তরে বস্তুনিষ্ঠ ( ) ব্যবহার এই ক্ষেত্রেই করা হয়েছে। গণিতের গ্রুপতত্ত্ব (Group theory) অল্পসংক্ষেপে যে সংগ্রহের (Set) উপাদানগুলি (Elements) উপরিউক্ত তিনটি নিয়ম যেনে চলে, সেই সংগ্রহকে বলা হয় মনয়েড (Monoid)। গণিতের প্রয়োগ করতে গিয়ে আমরা যেনে জুড়ে না বাট যে, 'ভাষা বস্তু নয়'। তার বৈজ্ঞানিক মনয়েড (Monoid) বা ঐ ধরনের কোন বিমূর্ত (Abstract) আধার আবশ্যক থাকতে পারে না। যেমন গঠন ও উচ্চারণ এক থেকেও বস্তুনিষ্ঠ ( ) অবস্থান ভেঙ্গে একটি বাক্যের অর্থের তারতম্য ঘটতে পারে। কোম্বির দেওয়া একটি বিখ্যাত উদাহরণ 'They are flying planes'। বাক্যটি দু-ভাবে দেয়া যায় :

They-(are-(flying-planes)) (১ক)  
অথবা They-((are-flying)-planes) (১ঘ)  
(১ক) ও (১ঘ)-এর অর্থ পার্থক্য লক্ষ্য কর।  
বাংলাতে অল্পকল্প একটি বাক্য

'দেখা দিক ভাঙা আকাশে'। দু-ভাবে লিখতে পারি

(দেখা-(দিক-ভাঙা))-আকাশে  
অথবা (দেখা-দিক)-(ভাঙা-আকাশে)।

বাক্যের অর্থের এই দিকগুলি সেম্যান্টিক্স (Semantics)-এর অন্তর্ভুক্ত। বার্ষক বাক্য সব ভাষায় অল্পসংখ্যক নয়। উদাহরণ হিসাবে কম্পিউটারে ব্যবহৃত ভাষার উল্লেখ করা যেতে পারে। কম্পিউটার বিজ্ঞানে যে ভাষা ব্যবহার করা হয় (Programming language), তাকে বলা হয় কৃত্রিম ভাষা বা artificial language। কৃত্রিম ভাষার প্রধান কারণ দুটি :

(১) এই ভাষাগুলি নিখিত ভাষা। এই ভাষার কেউ কথা বলে না।

(২) এই ভাষার বার্ষক (Ambiguous) বাক্য (Programme) ব্যবহার নিখিত।

দেখা যাচ্ছে যে, মাত্রের ভাষার দুটি উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য কৃত্রিম ভাষায় অল্পসংখ্যক।

একটি বাক্যকে বিশ্লেষণ বলতে তার কঠা, বস্তু ও ক্রিয়াময় নিধারণকেই বোঝায়। অথবা বাক্যের একটি নির্দিষ্ট ভাবপ্রকাশক অংশকে (Phrase) পৃথক করেও পুরা বাক্যটির গঠন ও অর্থ বোঝা যায়। কোম্বি তাঁর PSG তত্ত্বে এই দ্বিতীয় পদটি প্রকাশ করেছেন। একটি বাক্যকে আমরা নিম্নলিখিত মাত্রায় (২নং) ভাগবো :

### মূল বাক্য (Sentence)

বিশেষ্য-প্রধান বাক্যপদ  
(Noun phrase)

২নং নমুনা

ক্রিয়াময়-প্রধান বাক্যপদ  
(Verb phrase)

কোম্বি ও মিলারের উল্লিখিত ইংরেজী বৈজ্ঞানিক বাক্য 'The boy hit the ball' মূল বাক্যটিকে (Sentence) নির্দেশ করা হলো



(বাক্যের noun ও verb phrase-কেও বড় অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত করা হয়)। এই বাক্যের বিশেষ্য পদ প্রধান বাক্যাংশ হচ্ছে 'the boy' এবং ক্রিয়াপদ প্রধান বাক্যাংশ 'hit the ball'। বিশেষ্য পদ হচ্ছে 'boy', 'ball' ও নির্দেশক পদ (definite article) 'the'। ক্রিয়াপদ 'hit' ও তার কর্তৃ (object) হচ্ছে 'ball'। ইংরেজী ভাষার আভিব্যাক্তিক পদ্ধতিনিকে সাধারণতঃ ভাষার ছোট অক্ষর দিয়ে নির্দেশ করা হয়। এখন 'The boy hit the ball' এই বাক্যটি (এবং এই বস্তুপের অসংখ্য বাক্য) ইংরেজী ব্যাকরণের নিয়মিত কয়েকটি নীতি নিয়মের সাহায্যে ভেঙে ফেলা যায় :

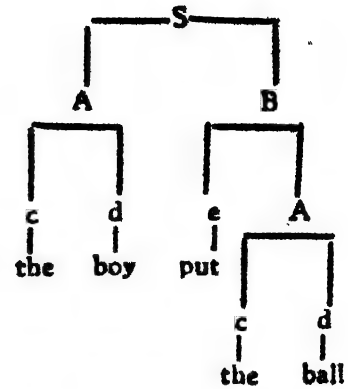
- 1 নং নিয়ম :  $S \rightarrow AB$
- 2 „ „  $A \rightarrow cd$
- 3 „ „  $B \rightarrow eA$
- 4 „ „  $c \rightarrow \{a, the, another, \dots\}$  (2)
- 5 „ „  $d \rightarrow \{ball, boy, girl, \dots\}$
- 6 „ „  $e \rightarrow \{hit, strike, play, \dots\}$

এখানে A = বিশেষ্যপদ-প্রধান বাক্যাংশ  
(the boy)

B = ক্রিয়াপদ-প্রধান বাক্যাংশ  
(hit the ball)

'→' = এই চিহ্নটির অর্থ 'S' এর বদলে AB লেখতে হবে (rewriting rule) ইত্যাদি।

(2)-এ বর্ণিত ব্যাকরণটি একটি গাছের মত নক্সার (Tree diagram) বা বাক্যাংশ নির্দেশকের (phrase-marker) সাহায্যে দেখানো যেতে পারে (3নং নক্সা)।



3নং নক্সা।

'A' ও 'B' বলতে কি বোঝায়, আগেই তা বলা হয়েছে। পুরা বাক্যটি (S) ভেঙে হয়েছে A ও B-কে পানাপানি বন্দিবে। 'c', 'd' ও 'e'-এর দ্বারা ইংরেজী ভাষার অতি-বাসিন্গত পদ সংগ্রহের কতকগুলি উপাদান (Elements বা Atomic constituents) নির্দেশিত হয়েছে। এই উপাদানের একটি বৈশিষ্ট্য বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। উপরের ছকে বিশেষ্য বাক্যাংশ (Noun phrase) A একাবিক-বার দেখা দিয়েছে। একটি বাক্যের মধ্যে একটি বাক্যাংশের (Phrase) এই পৌনঃপুনিক আবির্ভাবকে কোম্বি বলেছেন পুনরাবির্ভাব তত্ত্ব (Recursion)। ভাষার প্রত্যেক বাক্যের (বিশেষ করে জটিল বাক্যের) বাক্যাংশের এই পুনরাবির্ভাব তত্ত্ব আছে বলেই সম্ভবতঃ ব্যাকরণের কতকগুলি সীমিত সংখ্যক হ্রস্ব ভাষার সমস্ত সম্ভাব্য বাক্য ভেঙে করতে সমর্থ। উপরের (2) নং নক্সে কোম্বি একটি খুবই সোজা ব্যাকরণের যে নমুনা দিয়েছেন, তাৎপর্কেই সাধারণভাবে আমরা এই সিদ্ধান্তগুলি করতে পারি :

(1) ব্যাকরণ কতকগুলি সীমিত সংখ্যক হ্রস্ব সংগ্রহ

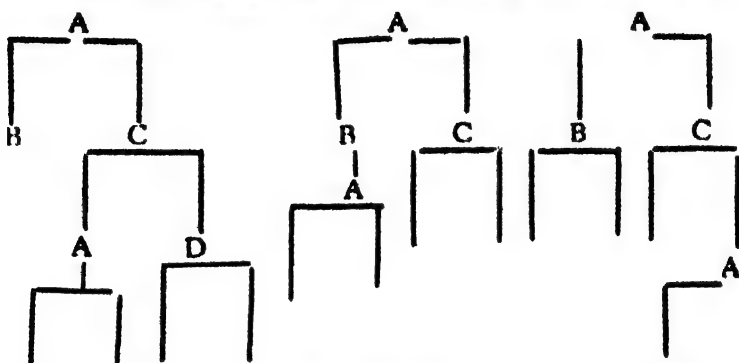
(2) প্রত্যেক হ্রস্ব একটি পুনর্নির্ভর নীতি (Rewriting rule) বলা হয়েছে (পুনর্নির্ভর



রীতি '→' এই চিহ্নের দ্বারা নির্দেশ করা হয়) যার সাহায্যে একটি বাক্যকে তার বৌলিক উপাদানে (অর্থ বা পদ বা পদে) ভাঙা হয়।

(3) বৌলিক উপাদানে বিশ্লেষণ তখনই সম্পূর্ণ হবে, যখন পুনর্নির্দেশ রীতিগুলির সাহায্যে কোনও নতুন পদ বা পদ আর পাওয়া যাবে না।

উপরের উদাহরণ থেকে খুব সন্তোষ: এটা



(i) স্ববিশেষ  
(Self-embedding)

(ii) বাঁয়ে  
(Left recursion)

(iii) ডানদিক  
(Right recursion)

এক নমুনা

কৌতূহলী পাঠকরা কোমলি ও মিলারের<sup>১</sup> প্রবন্ধে এই ধরনের ইংরেজী বাক্যের উপাদান পাঠবেন।

PSG ইংরেজী ভাষার বাক্য গঠনের অনেক বৈচিত্র্য (যেমন কর্তৃবাচ্য ও কর্তৃবাচ্যে নির্দিষ্ট বাক্য, একই অর্থ বহন করে কেন—(Identity of meaning of active & passive sentences), তা ব্যাখ্যা করতে পারে না। PSG-এর এই কষ্ট সংশোধন করার জন্যে কোমলি রূপান্তরকারী ব্যাকরণের (Transformational grammar) অবতারণা করেছেন। এর বিশদ বিবরণ উল্লিখিত প্রবন্ধে পাওয়া যাবে।

### দ্বিতীয় অংশ

কোমলি তাঁর অল্প এক দশকব্যাপী<sup>২</sup> দৃষ্টিভঙ্গি

বোঝা যায় যে, ব্যাকরণের সমস্তই কিছুতেই একটি গাছের মতন নমুনার সাহায্যে ব্যাকরণ ব্যাখ্যাণকে চিহ্নিত করে। প্রসঙ্গত: উল্লেখ করা যেতে পারে যে, ইংরেজী ভাষার আধা এমনি অনেক বাক্য তৈরি করতে পারি, যাদের মধ্যে কোনও একটি phrase 'A' গাছের মতন নমুনার সাহায্যে চিহ্নিত করে তার পুনরাবৃত্তির জন্য প্রকাশিত করতে পারে, যথা (এক নমুনা) :

পুনর্নির্দেশ রীতির গঠনের উপর ভিত্তি করে তাঁর জ্যেষ্ঠ ব্যাকরণের সংজ্ঞা দিয়েছেন এবং প্রত্যেক জ্যেষ্ঠ ব্যাকরণের সঙ্গে পূর্বক পূর্বক ধরনের এক-একটি অটোম্যাটন (Automaton) বা প্রতিক্রিয়া ব্রহ্মসংযোগন (C rrespondence) করা কিভাবে সম্ভব, তারও বর্ণনা দিয়েছেন। এই অটোম্যাটনের সাহায্যে কোন একটি বাক্য দেওয়া হলে সেই বাক্যটি ই অটোম্যাটনের সঙ্গে সংযোগিত ব্যাকরণের অন্তর্গত কিনা ব্রহ্ম করা যাবে। প্রবন্ধে আদ্যম ব্যাকরণগুলির একটি সংক্ষিপ্ত আলোচনা করছি।

মুদ্রক জ্যেষ্ঠ ব্যাকরণ বা টাইপ জিহো ব্যাকরণে (Type 0 grammar) পুনর্নির্দেশ রীতির উপর কোন সীমা নেই (Unrestricted re-writing system)। এই অর্থেই এই ব্যাকরণকে



টাইপ 0 বলা হয়েছে। এখন অংশে 2নং অংশে যে ব্যাকরণের কথা বলা হয়েছে, সেটা টাইপ 0 ব্যাকরণের উদাহরণ।

দ্বিতীয় শ্রেণীর ব্যাকরণ বা টাইপ 2 ব্যাকরণে (Type 2 grammar) প্রতি পুনর্নিধন রীতিতে, বা-দিকের একটি প্রতীক (Symbol) বার বার বলা হবে। দ্বিতীয়ঃ, বা-দিকের যে প্রতীকটি বলা হবে, তার দু-পাশে প্রতীক থাকে চাই। টাইপ 2-এর পুনর্নিধন রীতির চেষ্টাঃ

$$xAy \rightarrow xBy$$

অর্থাৎ  $x-y$  এর প্রসঙ্গে (Context)  $A$ -এর উল্লেখ থাকলে সেটা বদলে  $xBy$  লেখা চলবে। টাইপ 2 ব্যাকরণকে তাই প্রসঙ্গসূচক (Context sensitive) ব্যাকরণ বলা হয়। ইংরেজী ভাষায় The boy runs, কিন্তু The boys run প্রসঙ্গ সুপারেক্ষী নিয়মের একটি সহজ উদাহরণ। উপরের পুনর্নিধন রীতিতে ইংরেজী বড় অক্ষর ও ছোট অক্ষর দিয়ে কি বোঝায় সেটা এই প্রবন্ধের প্রথম অংশে বলা হয়েছে।

চতুর্থ শ্রেণীর ব্যাকরণ বা টাইপ 4 ব্যাকরণের প্রতি পুনর্নিধন রীতির চেষ্টাঃ

$$A \rightarrow cDe$$

অর্থাৎ বা-দিকে একটিবার বড় অক্ষরের প্রতীক ( বড় অক্ষরের প্রতীকগুলিকে বলা হয় non-terminal symbols এবং ছোট অক্ষরের প্রতীকগুলিকে বলা হয় terminal symbols) এবং ডানদিকে দুই ধরনের প্রতীকই থাকতে পারে ( $A \rightarrow \text{blank space}$  লেখা চলবে না)। ডানদিকের প্রতীকগুলি প্রসঙ্গের ( অর্থাৎ 'A'-এর উপর) উপর নির্ভর করতে পারে আবার নাও করতে পারে। এই ক্ষেত্রে টাইপ 4 ব্যাকরণকে প্রসঙ্গ-নিরপেক্ষ ব্যাকরণ (Context-free grammar) বলা হয়। কম্পিউটারে

ব্যবহৃত ALGOL ভাষা এই ব্যাকরণের অন্তর্ভুক্ত।

টাইপ 4 ব্যাকরণের উপর আরও কতকগুলি লক্ষ্য আরোপ করে আর এক শ্রেণীর ব্যাকরণ তৈরি করা হয়েছে। এই ব্যাকরণ তিন প্রকারের হতে পারে। আবার এদের কিছুটা আলোচনা না গিয়ে কেবলমাত্র এদের পুনর্নিধন রীতিগুলি লিপ্যন্তর।

চতুর্থ শ্রেণীর ব্যাকরণের পুনর্নিধন রীতিঃ

$$(i) A \rightarrow Bc$$

$$(ii) A \rightarrow aB$$

$$(iii) A \rightarrow Ba$$

$$(iv) A \rightarrow \lambda$$

যদি (i) এবং (iv) নিয়ে মাত্রাধী ব্যাকরণ (Normal grammar) গঠিত। যদি (ii)–(iv) নিয়ে বৈধিক ব্যাকরণ (Linear grammar) গঠিত। কেবলমাত্র যদি (ii) ও (iv) যে বৈধিক ব্যাকরণে ব্যবহৃত হয়, তাকে বলে ডান বৈধিক (Right linear) এবং কেবলমাত্র যদি (iii) ও (iv) যে বৈধিক ব্যাকরণে ব্যবহৃত হয়, তাকে বলে বাম বৈধিক (Left linear) ব্যাকরণ।

আবার টাইপ 1 ও টাইপ 3 ব্যাকরণের উল্লেখ করি নি, তার কারণ এদের উপযোগিতা সীমাবদ্ধ।

উপসংহারে আবার একটি বিশেষ ধরনের অটোম্যাটন ধরনের বর্ণনা দিয়ে এবং কোন পাঁচ ধরনের অটোম্যাটনের সঙ্গে কোম্বি-উদ্ভাসিত (Chomsky hierarchy) বর্ণাক্ষরে টাইপ 0, 2, 4 ও বৈধিক ব্যাকরণকে সংযোগিত করা হয়, তার উল্লেখকার্য করে এই প্রবন্ধ শেষ করছি।

সীমিত সংখ্যক অবস্থা গ্রহণে সক্ষম অটোম্যাটন (Finite state automaton) 5মং বর্ষা একটি



অটোম্যাটন

→ বৈজ্ঞানিক বাল্ব

→  $|a \quad b|a \rightarrow$  টেপের পতি নির্দেশক

টেপ → পঠনবহ

নিয়ামক বহ

5ম বহ

কাইনাইট স্টেট অটোম্যাটনের বিভিন্ন অংশ

বহুবিধ বহ, যার তিনটি অংশ (Component) রয়েছে। একটি অংশের দায়িত্ব পূরা বহটির কার্যকে নিয়ন্ত্রণ করা (Control unit)। যন্ত্রের যন্ত্রিকের সঙ্গে এর কার্যকারিতা অনুলীয়া। দ্বিতীয় অংশের কাজ কোন বার্তা (Tape) পাঠ করা (Reading head)। এই টেপ অটোম্যাটনের তৃতীয় অংশ। টেপ (Tape) হচ্ছে কতকগুলি প্রতীকের পরস্পরা (A sequence of symbols) অথবা পদক (String)।

পঠন বহকে (Reading head) যন্ত্রের পদক ইঞ্জিনের সঙ্গে জুড়না করা যেতে পারে আর টেপ হচ্ছে বাইরের জগতের (External world) প্রতিরূপ। যথা যাক অটোম্যাটনটি কেবল টাইপ 0 ব্যাকরণের ভাষা বুঝতে পারে (Correspondence)। কোন একটি অজানা ভাষার অক্ষরসমষ্টি ঐ অটোম্যাটনে দেওয়া হলো। যদি ঐ অক্ষরসমষ্টি টাইপ 0 ব্যাকরণের অক্ষর বা পদ হয়, তাহলে অটোম্যাটন একটি সফলত্ব দিয়ে (অটোম্যাটনের সঙ্গে যুক্ত একটি বৈজ্ঞানিক বাল্ব অংশে ওঠা ইত্যাদি) জানিয়ে দেবে যে, ঐ ভাষা টাইপ 0 ব্যাকরণের অন্তর্ভুক্ত। যিথায় পড়লে (Loop) কোন সফলত্ব নাও দিতে পারে। বলা বাহুল্য অটোম্যাটনের এই বর্ণনা অনেক পরিমাণে সূচল করা হয়েছে। এর বিপদ কার্যকলাপ ও তার সঙ্গে যুক্ত বহু দৃষ্ট প্রসঙ্গের আলোচনা এই প্রবন্ধের বিষয়-বস্তু নয়। নিচের তালিকায় কেবল কোমকি তত্ত্বাবাহিক (Hierarchy) বিভিন্ন ব্যাকরণের সঙ্গে যে বহুপের অটোম্যাটন সংযোজিত হতে পারে, তা দেখানো হলো। অটোম্যাটনের কতকগুলি নামের বাংলা প্রতিশব্দ না দিতে পারার আশ্রয় হুঃখিত।

### তালিকা

ব্যাকরণ	অটোম্যাটনের বর্ণনা
টাইপ 0	Turing Machine ( টুরিং মেশিন )
.. 2	Non-deterministic linear bounded automaton
.. 4	Non-deterministic push down storage ..
বৈধিক ব্যাকরণ	Two tape automaton ( দুই টেপ যুক্ত )
তান বৈধিক	Finite .. (সীমিত অবস্থাবিশিষ্ট)

কৃতজ্ঞতা বীকার—এই প্রবন্ধের কিয়দংশ চট্টোপাধ্যায় মহাশয় পড়ে দেখেছেন ও সমালোচনামূলক প্রতিক্রিয়া প্রদান করেছেন। তাঁর সমালোচনার পরি



যেক্ষেত্রে মূল পাণ্ডুলিপিৰ অনেক অংশ পৰিবৰ্তন দোচনাৰ আদি বিশেষ উপকৃত ও তাঁৰ এতি  
কৰেছি। এছোৰ অধ্যাপকৰ মূল্যবান সবা- আন্তৰিক কৃতজ্ঞতা জানাছি।

### মূখ্য নিৰ্দেশ

- (1) N. Chomsky and G. A. Miller Introduction to Formal Analysis of Natural Languages, Hand book of Mathematical Psychology Vol. II. Edited by R. Duncan Luce et al Jonn Wiley and Sons, Inc (1967)
- (2) N. Chomsky Formal properties of Grammars. Ref. as above
- (3) অক্ষুয়াৰ সেন ভাষাৰ ইতিবৃত্ত ( সাহিত্য সভা প্রকাশনী 5 নং, 1957 )
- (4) John Lyons Introduction to Theoretical Linguistics (Camb. Univ. Press, 1969)
- (5) „ Noam Chomsky, (Fontana Modern Masters Series, 1970)

“আমাদের দেশে বিজ্ঞানশিক্ষা যে কতদূর প্রয়োজনীয় তাহা কি  
নুতন করিয়া বলিতে হইবে? প্রয়োজনীয় বলিলে বরং কম বলা হয়।  
বিজ্ঞান ব্যতীত আমাদের গতি নাই, রক্ষা নাই। ... যেন করিত  
না, বিজ্ঞান হইতে কেবল অৰ্থলাভই হয়। সংসারে বাস্তবের চেয়ে  
বড় কে? বাস্তবের মনের চেয়ে বড় কি আছে? মানবমন বিজ্ঞানবলে  
যাক্ৰিত, উন্নত ও শক্তিশালী হয়। সমাজনীতি, বৰ্ণনীতি সবটাই  
নানাপ্রকারে বিজ্ঞানের নিকট গড়ি। তাই বলি, যদি বাচিতে চাও,  
সত্য মানবমণ্ডলীর দুখ দেখাইতে চাও, বিজ্ঞানের সেবা কর।”

আচার্য প্রমুদচন্দ্র



# তাৎক্ষণিক আলোকচিত্র

সম্মিলনসময় প্রবন্ধ

১৯১৭ সালের গোড়ার কথা। আমেরিকার বিখ্যাত বৈজ্ঞানিক ডক্টর এডুইন এইচ. ল্যান্ড (Dr. Edwin H. Land) কটোগ্রাফির (Photography) বা আলোকচিত্রের জগতে আনলেন এক বৈপ্লবিক পারবর্তন। পোলারয়েড ল্যান্ড ক্যামেরা (Polaroid Land Camera) আবিষ্কৃত হবার সঙ্গে সঙ্গেই তাবী কালের ক্যামেরা-যন্ত্রের প্রতি নির্দেশ জারী হলো—Press the button and the rest will follow automatically. অর্থাৎ বোতাম টেপ, বাকী কাজটা আপনাকেই হবে। অন্ধকার ঘরে বসে ঘণ্টার পর ঘণ্টা ঘরে ডেভেলপিং (Developing) বা ফিক্সিংয়ের (Fixing) কোন প্রয়োজন নেই। সমস্ত অন্ধকার ঘরটাকেই এখন বন্ধী করে ফেলা হয়েছে ক্যামেরাখানের ছোট ক্যামেরাটির মধ্যে। দীর্ঘকাল অপেক্ষা করতে হবে না। এক্সপোজারের (Exposer) কিছুকণ পরেই ছবি একেবারে ছাপা হয়ে বেরিয়ে আসবে। ইলেক্ট্রিক বস্তুর যে কোন রঙের, যে কোন আকারের ছবি পেতে গেলে আজকের দিনে অপেক্ষা করতে হবে আর কয়েক মিনিট। যে বিশেষ পদ্ধতিতে অসংখ্য ক্যামেরার সাহায্যে চট্টপট ছাপানো ছবি পাওয়া যায়, তাকেই বলে তাৎক্ষণিক আলোকচিত্র (Instant photography)।

সুতরাং সাধারণ আলোকচিত্র (Ordinary photography) সংক্ষেপে কিছু বলে নেওয়া দরকার।

আলোক রাসায়নিক বিক্রিয়ার (Photochemical reaction) কিছু কিছু আলোক-সংবেদী (Photosensitive) পদার্থের বর্ণ পরি-

বর্তনের তথ্যটি উনিশ শতকের প্রথম থেকেই বৈজ্ঞানিকদের প্রসূত করে আসছে। এই তথ্যকে উপলব্ধি করেই ১৮৩৯ খ্রীস্টাব্দে ফরাসী বৈজ্ঞানিক লুইস ড্যাগেরার (Louis Daguerre) আলোক রাসায়নিক পদ্ধতিতে একটি বাতন প্লেটে স্থায়ী প্রতিবিম্ব গঠনে সক্ষম হন। তার অব্যবহিত পরেই ইংল্যান্ডের কক্স ট্যালবট (Fox Talbot) সেলুলয়েড ফিল্মে স্থায়ী ছবি নির্মাণ করেন। এবারও একটু উন্নত মানের ট্যালবট প্রক্রিয়ারই অনুসরণ করে আসছেন কটোগ্রাফাররা।

ছবি তোলবার ক্ষেত্রে বাজারে যে সব ফিল্ম কিনতে পাওয়া যায়, সেগুলি তৈরি করা হয় ক্রোমোটিন বাথনো পাতলা চাবরের উপর বসবাসি সমান সমানভাবে (Uniformly) অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ক্রোমোসলানসম্পন্ন সিলভার ব্রোমাইড ( $AgBr$ ) ও সিলভার ক্লোরাইডের ( $AgCl$ ) মিশ্রণকে বিছিয়ে দিয়ে। কটো তোলবার ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় রাসায়নিক পদার্থ দিকে এই ফিল্মকে তুলিয়ে রাখবার ব্যবস্থা থাকে। উল্লিখিত বস্তু থেকে নিঃসৃত বা প্রতিফলিত আলো ক্যামেরার সম্মুখের লেন্স কর্তৃক প্রতিসৃত হয়ে সেন্সিটাইভ কোকাসতলে ত্রুটিত ফিল্মের উপর পড়ে। অতঃপর কিছু কিছু সিলভার হ্যালাইড কণিকা একত্রে পরিবর্তিত হয় যে, ডেভেলপার (Developer) নামক এক বিশেষ বরফের রাসায়নিক দ্রবণে নির্দিষ্ট সময় ফিল্মটিকে ডুবিয়ে রাখলে ঐ সকল সিলভার হ্যালাইড কণিকা বিচ্ছিন্ন হয়ে বাতর সিলভার কণার পরিবর্তিত হয়।

একমাত্র পদার্থবিজ্ঞান, বিজ্ঞান কলেজ, কলিকাতা-৩



অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বাতব সিলতার কণা, করণীয় বস্তু বোরসের ত্রুক্ষর্য পদ্ধতিতে বস্তুর ভাষা কিম্বা উপর থেকে যায়। এটাই হচ্ছে ইলিট বস্তুর লুপ্ত প্রতিবিম্ব (Latent image)। তারপর, 'ফিক্সার' (Fixer) নামক আর এক প্রকার বিশেষ রাসায়নিক দ্রবণে এই ডেভেলপড্ (Developed) ফিল্মকে ডুবিয়ে দিলে, সেলুলয়েড চাপর থেকে সিলতার ফালাইডগুলি ধুয়ে মুছে পরিষ্কার হয়ে যাবে। কেবলমাত্র কালো রঙের বাতব সিলতার কণাগুলি লেগে থাকবে সেলুলয়েড চাপরের গায়ে এবং এর কলে পাওয়া যাবে বাস্তব বস্তুর নেগেটিভ (Negative)।

আমরা জানি, কালো রঙের কোন বস্তুর আলোক বিকিরণের ক্ষমতা নেই। সুতরাং আলোই এরা তত্ত্ব নেয়। কাজেই তুচ্ছ, চুল, চোখের মণি প্রভৃতি অংশ থেকে কোন আলো না আসবার দৃশ্য প্রতিবিম্বে এই সকল স্থানের সিলতার ফালাইড অপরিবর্তিত থাকবে। আর দেহের যে সকল অংশ কালো নয়, সেখান থেকে আলো গিয়ে কিম্বা কালো রঙের বাতব সিলতার উপর করবে।

সেলুলয়েড ফিল্মকে ডেভেলপড্ এবং ফিক্সড্ করে নেবার পর দেহের সাধা জারগাগুলিকে কালো আর কালো জারগাগুলিকে সাধা দেবার বলে এটা হচ্ছে আসল ছবির নেগেটিভ।

পরের কাজটা হচ্ছে নেগেটিভকে পজিটিভ করার পদ্ধতি, সেই আগের মতই খানিকটা।

ছবি ছাপানোর সাধা কাগজখানার উপর সিলতার ফ্লোরাইডের পাতলা প্রলেপ থাকে। সেই কাগজখানার উপর নেগেটিভকে রেখে তার উপর এক বিশেষ ধরনের কাচের শেট ঢাকিয়ে বস্তু মধ্য ক্রিস্টিয়টাকে কিছুক্ষণের জন্যে আলোকের কাছে উদ্ভূত রাখা হয়, তখন নেগেটিভের কালো অংশ থেকে কোন আলো পজিটিভ শেটে যেতে পারে না। কলে এই

সকল অকালের সিলতার ফ্লোরাইড অপরিবর্তিত থাকে। কিন্তু বাকী অংশ থেকে আলো গিয়ে পজিটিভ শেটের সিলতার ফ্লোরাইডকে বিক্ষারিত করে বাতব সিলতার উপর করে। এর পরে অনেকটা পূর্ব-প্রক্রিয়ার পজিটিভকে ডেভেলপড্ এবং ফিক্সড্ করিয়ে নিলেই আসল ছবি পাওয়া যাবে।

ছবির রংটাকে আরও সমৃদ্ধ করতে গেলে ফিক্সিং-এর পর পজিটিভ শেটটাকে পটাসিয়াম অক্সিজেনফ্লোরাইড ( $\text{KAuCl}_4$ ) দ্রবণে দিত করা হয়কার। এই প্রক্রিয়ার নাম টোনিং (Toning)। এর কলে কিছু কিছু রৌপ্যকণা অণুকণিকার দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে ছবিটাকে আরও সুন্দর করে তোলে।



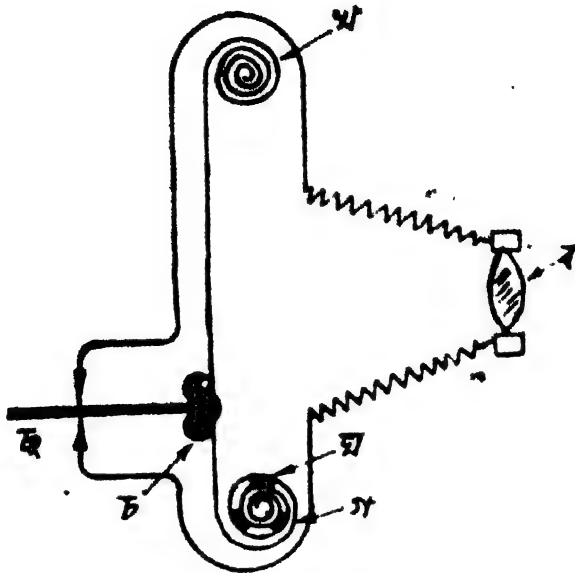
যনে রাখা দরকার সমস্ত ডেভেলপিং এবং টোনিং প্রক্রিয়াটিকে অন্ধকার ঘরে সম্পন্ন করতে হবে।

এবারে কিরে আসা যাক তাত্ত্বিক আলোক-লিথনের কথা। পোলারয়েড ল্যাভ ক্যামেরা (ইন চিত্র ব্রটব্য) দেখতে অনেকটা সাধারণ ক্যামেরার মত। নেগেটিভকে ডেভেলপ করা এবং পজিটিভ ছবি ছাপানোর কাজটা চলে ক্যামেরার লিথনের অংশে। কাজেই অত্যন্ত সাধারণ ক্যামেরার চেয়ে এর লিথনের দিকটার আরও বেশী। আলোক-সুবেদী সেলুলয়েড ফিল্ম, ছবি ছাপানোর সাধা কাগজ এবং রাসায়নিক দ্রব্যগুলিকে সাজিয়ে রাখা হয় এই লিথনের অংশে।

এই ক্যামেরার একটার বদলে দুটি কিম্বা তিনটি যোগ থাকে। সেগুলির মধ্যে একটা হচ্ছে নেগেটিভ ফিল্মের রোল (ব), এবং অন্যটি ছবি ছাপানোর উপযোগী সাধারণ সাধা কাগজের রোল (প)। এই দুটি রোলকে পৃথকভাবে বসিয়ে রাখবার জন্যে ক্যামেরার মধ্যে দুটি



বিভিন্ন একোঠ (Chamber) রয়েছে। নীচের কাগজ কিন্তু সাধারণ আলোকলিখনে পজিটিভ একোঠে থাকে পজিটিভ রোল আর উপরের ছাপানোর জন্তে ব্যবহৃত সাধা কাগজের বক একোঠে নেগেটিভের জন্তে সেলুলয়েড রোল। অতটা শক্ত নয়। কাগজের নীচের একোঠে



১নং চিত্র

### পোলারয়েড লাগু ক্যামেরা

এই দুটি রোলকে একটা সমন্বিত কাগজের কিতার সঙ্গে একতরফে যুক্ত করা থাকে যে, ঐ কাগজের কিতা দুটি রোলকেই একই সঙ্গে যখন সরিষিট এক ছোড়া টীল রোলারের (চ) মাঝবান দিয়ে পরিচালিত করতে পারবে। এক্ষেত্রে বার স্ন্যাপ (Snap) নেবার সঙ্গে সঙ্গেই ঐ টীল রোলার দুটি, নেগেটিভ ফিল্মকে এবং ছবি ছাপানোর সাধা কাগজকে পরস্পরের সঙ্গে চেপে ধরে।

শাটটার (Shutter) টিপবার কিছু পরে যখন পরবর্তী ছবি তোলবার জন্তে নেগেটিভ রোলার অব্যবহৃত অংশকে ক্যামেরার সেলের (ক) দাবনে আনা হয়, তখনই আপনা থেকে প্রকৃত হয়ে যায় ডেভেলপিং-এর কাজ।

ভাংকনিক আলোকলিখনে ব্যবহৃত সাধা

বেখানে পজিটিভ রোলটা থাকে, তার ঠিক কাছেই ডেভেলপিং সলিউশনকে (Developing solution) (ঘ) বন্ধককে জেলীর মত অবস্থায় রেখে দেওয়া হয়। নেগেটিভ রোলার সংস্পর্শে আসবার আগে পজিটিভ রোলকে আসতে হয় ঐ জেলীর মত বন্ধককে পর্যাণের মধ্য দিয়ে। এর কালে পজিটিভ রোলার গায়ে সমানভাবে প্রায় ০.০০০৩ ইঞ্চি পর্যন্ত পুরু বন্ধককে জেলীর মত সলিউশনের স্তর পড়ে থাকে।

টীল রোলারের মধ্য দিয়ে আসবার কালে যখন পজিটিভ রোল নেগেটিভ রোলার সঙ্গে নিট (Pressed) হয়, তখন সুগম্য নেগেটিভের ডেভেলপিং প্রক্রিয়া এবং নেগেটিভ রোল থেকে পজিটিভ রোলে প্রতিবিম্বের স্থানান্তরিত (Transfer) প্রক্রিয়া চলতে থাকে। সাধারণ



কটোগ্রাফির বস্তু একেবারে বেগেটিক থেকে পজিটিভ করার জন্যে পুনরায় আলোক প্রেরণের (Re-exposing) কোন প্রয়োজন নেই।

বেগেটিক রোলের যে অংশ বস্তু থেকে আসা আলোর কাছে উন্মুক্ত, সেখানে কালো বাতর সিলতার গঠিত হয়। আর আলোক-স্পর্শহীন অস্ত্রান্ত হানের অপরিমিত সিলতার ফলাফলকে অসীমত্বকরণের উপযোগী রাসায়নিক দ্রব্য উপস্থিত আছে ঐ ফেনীর বস্তু বস্তুকে পদার্থে।

ত্রুণবোধ্য সিলতার ফলাফল কমপ্লেক্স (Complex) এখন প্রোসেসিং রিএজেন্টের (Processing reagent) পাতলা প্রসারণের মধ্য দিয়ে ডিফিউজ (Diffuse) করে পজিটিভ রোল হ্যান্ডেলিং হয়। হ্যান্ডেলিং শেষ হলে ত্রুণবোধ্য কমপ্লেক্স সিলতার লবণ, ডেভেলপিং সলিউশনে উপস্থিত উপস্থিত রাসায়নিক পদার্থ কর্তৃক বিক্ষিপ্ত হয় এবং সিলতারের কালো কণাগুলি সঞ্চিত হয় পজিটিভ স্ট্রেটে।

হবিটেরির কাজ এভাবেই শেষ। সমস্ত ঘটনাটি ঘটিতে সর্বদা লাল বীর এক থেকে দশ মিনিট। একই সঙ্গে ক্যামেরার শিট (২) থেকে একটা বেগেটিক এবং একটা পজিটিভ স্ট্রিপ বের করে নেওয়া বাবে। উভয়েই শুধু এবং পরিষ্কার।

তাহাছা বিশেষ ধরনের পোলারয়েড ফিল্ম ব্যবহার করে আত্মকাল আবার রঙীন হবিট তোলা যাচ্ছে এই ক্যামেরার সাহায্যে।

অন্যকিঞ্চ ক্যামেরা আর পোলারয়েড রঙীন ফিল্ম (Polaroid colour film) একসঙ্গে জুড়ে দিয়ে ক্যামেরার বাজে পরমাণুতে দিলেই হলো—রঙীন ছবি ছাপা হয়ে বেরিয়ে আসবে কয়েক মিনিটের মধ্যে। কটোগ্রাফি এখন অটোমেশনের সুগে পৌঁছে গেছে। নিপ্পে, ড্যাগোয়ের, ট্যালগট, জর্জ ইটম্যান প্রমুখ ব্যক্তিরা এতকাল ধরে বা করেছেন কটোগ্রাফির জন্যে, ল্যাণ্ড-এর সাকলা যেন সব কিছুকেই গ্রহণ করে দিয়েছে।



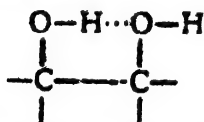
# মিষ্টক ও হাইড্রোজেন বন্ধনী

পরাধর বিখ্যাত ও সুস্মিতা জোহরী

পৰ্কারা জোহরী বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন পৰিষদ  
 তির। আবার পৰ্কারা জোহরী বাইরেও আবার।  
 অনেক মিষ্টকাদুত বোণের কথা পাই; যেমন—  
 স্যাকারিন, ক্রোমাকর্ষ, প্রতিস্থাপিত বাইটো-  
 বেজিন। মিষ্টকাদুত এবং তার তীরতার প্রকার-  
 তেব সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করা যাক।

আলোচ্য বিষয়ে যিনি সর্বাধিক আলোকপাত  
 করেন, তিনি হলেন শিল্লেনবার্গার (Shallenberger, 1963)। তাঁর মতে বিভিন্ন  
 পৰ্কারার মিষ্টক নির্ভর করে ঐ পৰ্কারা বোণের  
 মধ্যে পাশাপাশি অবস্থিত কার্বন পরমাণুতে  
 যুক্ত হাইড্রক্সিল (-OH) গ্রুপগুলির উপর।

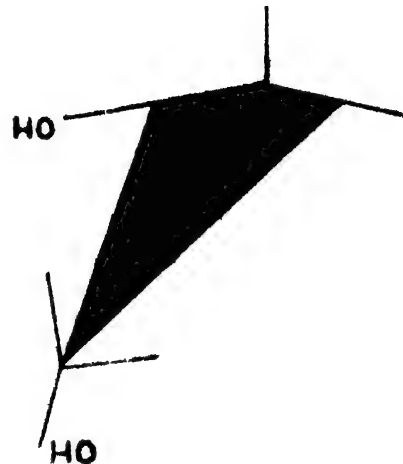
কিউবানী কুন (Kuhn)-এর মতে হাইড্রক্সিল  
 গ্রুপগুলির মধ্যে স্টে হাইড্রোজেন বন্ধনী  
 মিষ্টকের প্রধান কারণ।



শিল্লেনবার্গার আরও বলেন : মিষ্টকের  
 তীরতার প্রকারভেদের ভেত্রে বোণের যে অংশটুকু  
 এখান কুনিকা নেয়, তা হাইড্রোজেন বন্ধনীর  
 তীরতার উপর নির্ভরশীল। হাইড্রোজেন বন্ধনীর  
 সংখ্যা বড়ই বৃদ্ধি পাবে, মিষ্টকের তীরতা ততই  
 হ্রাস পাবে।

দুই-টি পাশাপাশি অবস্থিত হাইড্রক্সিল গ্রুপের  
 অন্তরালের মধ্যে বন্ধ-দূরত্ব (Bond distance)  
 যখন 2.5Å থেকে 2.8Å পর্যন্ত হবে, তখন  
 হাইড্রোজেন বন্ধনী সত্ত্বপন্ন হবে অর্থাৎ একটি  
 -OH গ্রুপের হাইড্রোজেন পরমাণু সার্বিক-  
 তানে অন্য -OH গ্রুপের অন্তরালের প্রতি

আকৃষ্ট হবে এবং একটি আর শক্তিশাল্য বন্ধনী  
 উৎপন্ন হবে—এই নাম হাইড্রোজেন বন্ধনী)।  
 5টি সমত্বিনিষ্ট বৃত্তাকার বোণে যখন পাশাপাশি  
 হাইড্রক্সিল গ্রুপ অবস্থান করে, তখন ঐ  
 বোণের অববনীর পৃষ্ঠদেশে ভেত্রে হাইড্রক্সিল  
 গ্রুপগুলি দুই ভাবে থাকতে পারে—(i) একটি



1৭৭ চিত্র

gauche (বেমানান) অবস্থান : এতে দুটি  
 অন্তরালের দূরত্ব 2.86Å। (1৭৭ চিত্র)।

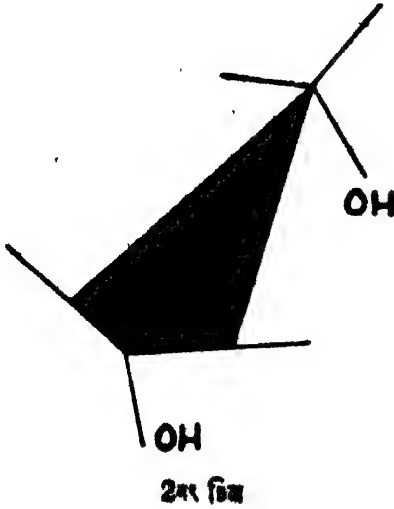
(ii) অপরটি eclipse অবস্থান, এতে  
 দুটি অন্তরালের দূরত্ব হবে 2.51Å।

-OH গ্রুপ দুটির Cis বা eclipsed  
 অবস্থান (2৭৭ চিত্র)।

সুতরাং পৰ্কারা জোহরীতে ও বৃত্তাকার বোণ-



ভঙ্গিতে  $-OH$  গ্রুপের eclipsed অবস্থানে হাইড্রোজেন বন্ধনী লম্ববপর হবে।



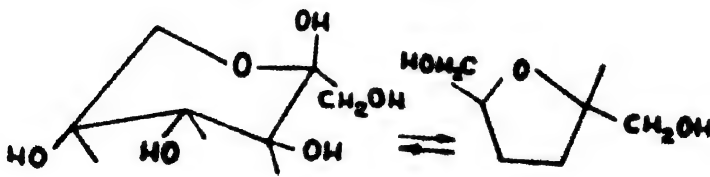
অবলোহিত বর্ণালী (L. R. Spectra) পর্ব-বেকণ করে জানা যায় যে, পর্করাভাতীর বোঁগে হাইড্রোজেন বন্ধনী লম্ববপর।

পর্করা জেঁপীর একটি উল্লেখযোগ্য বিক্রিয়ার নাম পরিবর্তী ঘূর্ণন বা মিউটারোটেশন

(মিউটারোটেশন পর্বীকার দ্বারা প্রদর্শিত)। সুতরাং দুটি  $-OH$  গ্রুপের বন্ধিত অবস্থান হাইড্রোজেন বন্ধনী পর্কমে সহায়তা করবে। ভ্যালেনবার্গারের মতে, মিউটারোটেশনের কালে মিটা-ক্রাক্টোজের বিচ্ছেদ হ্রাস পাবে।

একত পক্ষে দেখা যায় যে, উচ্চ তাপ (বা হাইড্রোজেন বন্ধনী ভেঙে দেয়) গ্লুকোজ, ক্রাক্টোজের মিটা হ্রাস করে। আবার উচ্চতা হ্রাসের সঙ্গে সঙ্গে গ্যালাক্টোজের (Galactose) মিটা গ্লুকোজ অপেক্ষা হ্রাস কমবেশে হ্রাস পায়। সুতরাং অণু আভ্যন্তরীণ (Intra-molecular) হাইড্রোজেন বন্ধনীর দ্বারা গ্লুকোজ অপেক্ষা গ্যালাক্টোজে বেশী।

দ্বিতীয় বোঁগে পাশাপাশি কার্বন পরমাণুতে অবস্থিত cis  $-OH$  গ্রুপগুলি যদি বোরিক অ্যাসিডের ( $H_3BO_3$ ) সঙ্গে জটিল বোঁগ পঠন করে, তাহলে দ্রবণের পরিবাহিতা হ্রাস পায়। আবার মিউটারোটেশনের কালে যে হেক্সোজগুলি (Hexose) cis  $-OH$  গ্রুপসম্মত অ্যানোমার (Anomer) উৎপন্ন করে, তাহাও দ্রবণের পরিবাহিতা হ্রাস করে এবং Trans  $-OH$  গ্রুপসম্মত অ্যানোমারগুলি পরিবাহিতা হ্রাস করে। মিউ-



(Mutarotation)। মিউটারোটেশনের কালে মিটা ক্রাক্টোজ ( $\beta$ -fructose) সাধারণতঃ হ্রাস পায়। বিশিষ্ট pyranose থেকে পাঁচ সদভাণিত Furanose হ্রাসে পরিণত হয় (3য় চিত্র)।

দ্ব্যন্তরীণ Furanose হ্রাসে  $-OH$  গ্রুপগুলি eclipsed অবস্থা cis অবস্থানে থাকে।

টাক্রোটেশনের ক্ষেত্রে পরিবাহিতা হ্রাসের মূল কারণ অধিকতর হাইড্রোজেন বন্ধনী (হাইড্রোজেন বন্ধনী ও বোরিক অ্যাসিড হ্রাসবোধ উভয়েরই মূল হলো অম্লবর্ণী প্রোটনের দৃষ্টি  $H^+$ )।

মিটা-ডি গ্লুকোজকে জলে দ্রবীভূত করলে এর মিটা হ্রাস পায় আবার বোরিক অ্যাসিড



ক্রমণে স্রবীকৃত করলে পরিবাহিতা বাড়ে। সুতরাং জলে বিটট্যারোটেনের সঙ্গে সঙ্গে  $-OH$  গ্রুপগুলির অবস্থান একতরুভাবে পরিবর্তিত হয় যে, বোরিক অ্যাসিডের সঙ্গে অবিকার বিক্রিয়া হয় এবং হাইড্রোজেন বন্ধনীও তুচ্ছ পায়। আর অধিক হাইড্রোজেন বন্ধনী মিষ্টা হ্রাস করে। অতঃপর আলাকা-ডি-গ্লুকোজকে বোরিক অ্যাসিডে ক্রমণে স্রবীকৃত করলে ক্রমণ: পরিবাহিতা করে; অর্থাৎ হাইড্রোজেন বন্ধনী হ্রাস পায়।

গ্যালাকটোজ ও ম্যানোজকে বোরিক অ্যাসিড ক্রমণে যেখানে দেখা যায় বিটা আনোমারগুলি অধিক স্রবীকৃত বিক্রিয়া করে। আর ম্যানোজ অপেক্ষা গ্যালাকটোজ স্রবীকৃতরূপে জটিল বোঁগ গঠন করে। যেহেতু বোরিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া করবার ক্ষেত্রে পাশাপাশি দুটি  $Cis - OH$  গ্রুপই যথেষ্ট নয় (বোরিক অ্যাসিড ত্রিধতি [Tridentate] লিগ্যান্ড), সেই কারণে বিজানী বাটন বললেন যে, তিনটি  $-OH$  গ্রুপকে জটিল বোঁগ গঠনের উপযুক্ত

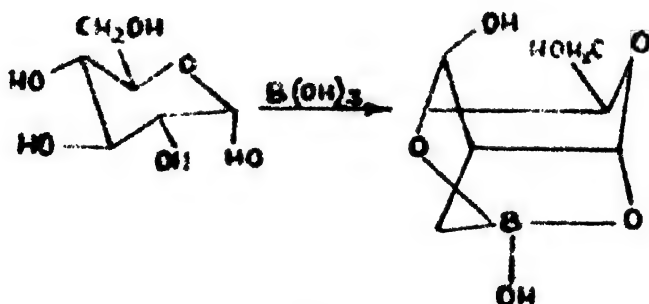
ম্যানোজ বোরিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় অংশ নেবে। আর  $cis - OH$  গ্রুপের সংখ্যা বেশী, তার বোরিক অ্যাসিডের সঙ্গে জটিল বোঁগ গঠনের ক্ষমতা ও হাইড্রোজেন বন্ধনীর সংখ্যাও বেশী আর মিষ্টকের পরিমাণ কম।

অবলোহিত বর্ণালী থেকে দেখা যায় যে, হাইড্রোজেন বন্ধনীর শক্তি গ্লুকোজ অপেক্ষা গ্যালাকটোজে দ্বিগুণ এবং মিষ্টকের তীব্রতা গ্যালাকটোজ অপেক্ষা গ্লুকোজের দ্বিগুণ।

অতএব শর্করা জ্যেতিতে অণুর গঠন (Configuration and conformation) অবকাঠামো মিষ্টকের ক্ষেত্রে দায়ী।

পরীক্ষার দেখা যায়, গ্রাইকলের সঙ্গে শর্করা অণুর মিষ্টা উৎপাদনকারী অংশের পরমাণুগুলি অন্টারমোলিকুলার (Intermolecular) হাইড্রোজেন বন্ধনী তৈরি করলে মিষ্টা হ্রাস পায়।

ভালেনবার্গার শর্করার মিষ্টা উৎপাদনকারী অংশটিকে  $AH$  এবং  $B-EH$  দুই অংশে বিভক্ত করেন। তাঁর মতে  $A$  ও  $B$  উভয়ে তড়িৎ



৪নং চিত্র

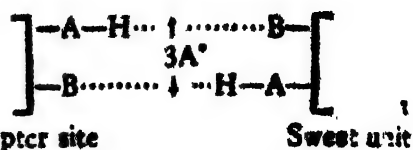
অবস্থানে থাকতে হলে শর্করা অণুটিকে বোট ফর্ম (Boat form) থাকতে হবে। উদাহরণস্বরূপ আলাকা-ডি-গ্লুকোজ দেখা যাক (৪নং চিত্র)।

অতঃপর আলাকা-ডি-গ্যালাকটোজ এবং

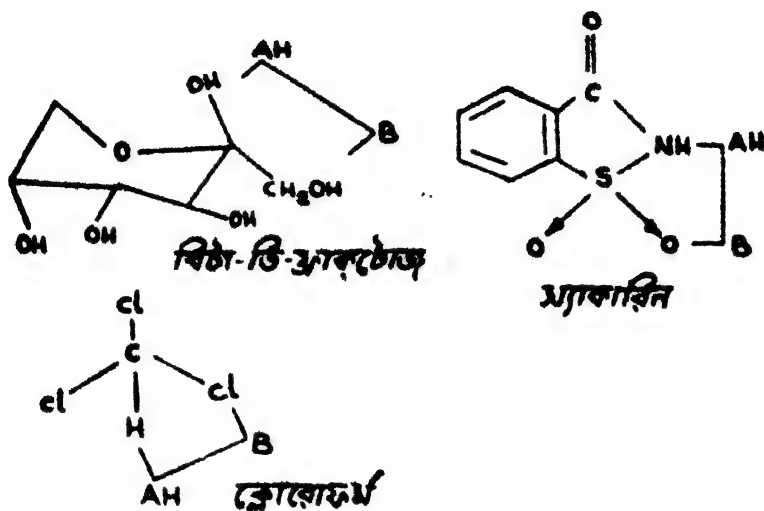
ম্যানোজ এবং  $2.5A^\circ$  থেকে  $4A^\circ$  দূরত্বের মধ্যে অবস্থিত। হাইড্রোজেন পরমাণু  $A$  অথবা  $B$  যে কোন একটির সঙ্গে সংযোগ্যতার দ্বারা মুক্ত। সুতরাং মিষ্ট বাদসম্পন্ন বোঁগের ক্ষেত্রে



এই ধরনের নির্দিষ্ট দূরত্বে অবস্থিত প্রোটনের  
উপস্থিতি অপরিহার্য উপাদান—( 5নং চিত্র )।



অনুভবভাবে গ্রাহক অণুতেও একইভাবে AH ও B এই দুটি অংশের উপস্থিতি অপরিহার্য, যিই যদি পেতে হলে প্রাথমিকভাবে ঐঃ।



5নং চিত্র

কেন না গ্রাহক অণুর AH ও B অংশে নির্দিষ্ট  
উৎপাদনকারী অণুর AH ও B অংশের সঙ্গে  
একই সময়ে দুটি হাইড্রোজেন বন্ধনী তৈরি  
করে—

উৎপাদনকারী যৌগের AH, B অংশের সঙ্গে  
নিজস্ব যদি গ্রহণকারী কোষকক্ষের (Taste  
bud receptor site) AH, B অংশের  
আন্তঃাণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনী উৎপন্ন হয়,  
কলে আমরা যিই যদি অনুভব করি।



# প্রাচীন মিশরীয় স্থাপত্য ও নগর-বিন্যাস

অবনীকুমার ঘোষ

## প্রাক-নৃত্যভার যুগ

মাত্র বহু হাজার বছর আগে সর্বপ্রথম ওহা থেকে অল্প বড় জলস্রবের তাকিয়ে দিবে নিজেরাই সেই সব ওহায় বাস করতে থাকে। তারপর থেকে ওহা-বানব বীরে বীরে বুদ্ধিমান হয়ে থাকে থাকে উন্নত হতে থাকে।

তারপর মাত্র পাঁচের তালপাতার তৈরি এবং পাঁচের পাতা ও জড়-আমোদারের চামড়া দিয়ে ঢাকা ইঁড়ে করে বাস করতে শুরু করে। তারা ছোট ছোট বলে ভাগ হয়ে বসবাস করতো।

এতর যুগ, ব্রোজ যুগ ও লৌহ যুগে মাত্র ক্রমশঃ উন্নত হলো। এই যুগগুলির এই রকম বাস করা হয়েছিল এই কারণে যে, এই সব বিভিন্ন যুগে মাত্র এই সব জিনিষের তৈরি বস্তুপাতি ও অস্ত্রশস্ত্র ব্যবহার করতো। সুদীর্ঘ এতর যুগকে পুরাতন, মধ্য ও নতুন—এই তিনটি ভাগে ভাগ করা হয়। পুরাতন এতর যুগের মাত্র ছিল অসত্য। এই সবসঙ্গে তারা মল বেঁধে বাস করে ও শিকার করে তাদের বাবার সংগ্রহ করতো। সম্পূর্ণভাবে প্রকৃতির উপর তারা নির্ভর করতো। প্রাকৃতিক কোনও কারণে বা তাদের বাস করা বা শিকার করার কালে যখন এক জায়গায় বাবার সন্ধিরে যেত, তখন তারা বাতের অধেবনে অল্প আর এক জায়গায় চলে যেত। কালে কোন এক জায়গায় স্থায়ীভাবে তারা বসবাস করতে পারতো না। বাবার বেঁধে তারা এক স্থান থেকে আর এক স্থানে বাবারের যত ঘুরে বেড়াতো।

আদিম মাত্র ক্রমশঃ নৃত্যভার দিকে অগ্রসর

হলো, আভন আলানো, কৃষিকর্ম, পশুপালন, গৃহনির্মাণ, কাপড় বোনা ও বাতুর ব্যবহার শিখলো, জ্ঞান আরম্ভ করতে লাগলো এবং মসর, মসর ইত্যাদি গড়ে তুললো।

প্রকৃতির উপর পরগাহার যত নির্ভর না করে মাত্র প্রথমে প্রকৃতির সক্রিয় সঙ্গী হতে চেষ্টা করলো। কবে সে জমিতে বীজ বপন করতে শিখলো। কালে ক্রমবর্ধমান লোকসংখ্যার প্রয়োজনীয় খাদ্যসংগ্রহ হলো। পরে কেবলমাত্র নতুন নতুন ফসল ও খাদ্য কিনিতেই সে সন্তুষ্ট হলো না—প্রকৃতিতে পাওয়া যেত না, এমন সব জিনিষও সে কবে তৈরি করতে শুরু করলো। পর থেকে সে স্ত্রী তৈরি করতে শিখলো। পরে তুলো ও পশুর ব্যবহারও শিখলো। বাসগৃহ তৈরি করার নতুন কৌশলও সে আরম্ভ করলো। কাপা, মল-বাগড়া বা পাথর দিয়ে তৈরি কুড়িরে সে বাস করতে লাগলো। এই সব কাজে সহায়তা করার জন্তে সে নানা রকম বস্তুপাতি আবিষ্কার করলো। এগুলির মধ্যে পাথর দিয়ে তৈরি কুড়লের যত খাওয়ালো এক প্রকার বস্তু বিনেব উল্লেখযোগ্য। নতুন এতর যুগের এই মাত্র কয়েক প্রকার পক্ষে পোষ মানিয়ে কাজে লাগালো। পুরাতন এতর যুগের অসত্য মাত্রের যত তাকে বাতের অধেবনে বাবারের যত আর ঘুরে বেড়াতো হতো না। কৃষি-কার্যের কালে যখন এক জায়গায় মাটির উর্বরতা শেষ হয়ে আসতো, তখন তারা সেই জমি ছেড়ে দিয়ে কাছাকাছি অল্প জমিতে সরে নিয়ে চাষ ও স্থাপত্য, মসর ও অল্প পরিচর্যা বিভাগ, বেঙ্গল ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজ, শিবপুর।



হুক করতো। বেশীর ভাগই তারা তাদের পুরাতন কুটিরের ধ্বংসকালের উপর নতুন কুটির তৈরি করতো। সাধারণতঃ তারা ছোট ছোট দলে বিভক্ত হয়ে ছোট ছোট গ্রামে বাস করতো। অর্কনী (Orkney) স্কারা-ব্রা (Skara-Brae) গ্রামে এই রকম একটি ছোট গ্রামের ধ্বংসাবশেষ পাওয়া গেছে। এই গ্রামে সন্ধ্যা সন্ধ্যা পথ দিয়ে হুক মাত্র আটটি কুটির ছিল। উত্তর আমেরিকা ও দক্ষিণ রাশিয়ার এই সময়কার যে গ্রামগুলি আবিষ্কৃত হয়েছে, সেগুলিতে পঁচিশ থেকে পঁয়ত্রিশটি করে কুটির ছিল।

জমি থেকে বাড়তি ফসল উৎপাদন করতে দেখবার কালে ক্রমবর্ধমান লোকসংখ্যার খুবই সুবিধা হলো। পর্যাপ্ত পরিমাণ বাড়লত উৎপাদনের কালে গ্রামে শস্য সংরক্ষণ করার হটাই ও পত্রাগারের প্রয়োজন হলো। শস্য পূরণানিত পণ্ড, যন্ত্রপাতি ইত্যাদি হলো তখনকার মানুষের সম্পত্তি। ফলে শ্রম হলো দলীয় প্রতিদ্বন্দ্বিতা এবং প্রয়োজন হলো নিজেদের আশ্রয়কার। পরস্পর বন্ধুত্বাশ্রয় লোকেরা মিলেবিশে এক একটি গ্রামে বাস করতে লাগলো। আশ্রয়কার স্থিতির জন্মে উঁচু জায়গা, হীপ অথবা প্রাকৃতিক কারণে আশ্রয়কার পক্ষে সুবিধাজনক স্থান নির্বাচন করে তারা সেখানে তাদের গ্রাম গড়ে তুললো। গ্রামের চারপাশ বেড়া ও পরিখা দিয়ে বেড়া থাকতো। গ্রামের মধ্যে তারা তাদের দেবতার পূজা করতো এবং প্রয়োজনে সবাই বিশেষ জমায়িত হতো। ক্রমে গ্রাম তাদের ব্যবসায় কেন্দ্র হয়ে উঠলো।

গ্রামের মধ্যেও আবার ব্যক্তিগত প্রতিদ্বন্দ্বিতা থাকতো। পূরণানিত পণ্ড, বাড়ত্বা ইত্যাদি সম্পদের ভিত্তিতে গ্রামের সবচেয়ে শক্তিশালী ব্যক্তি গ্রামের দলপতি হয়ে ক্রমে রাজা হতো। বিভিন্ন গ্রামের মধ্যে প্রতিদ্বন্দ্বিতা থাকবার ফলে তারা যখনো যে, প্রতিবেশীর আক্রমণ থেকে রক্ষা

পাবার জন্মে অথবা কোন কোন সময় প্রাকৃতিক দুর্যোগের হাত এড়াবার জন্মে—হয় তাদের পানিয়ে অস্ত্র চলে রেখে হবে অথবা তাদের বাসস্থানকে স্থায়ী করে তুলতে হবে। অস্ত্র চলে যেতে হলে সঙ্গে করে সবত বাতত্বা, পূরণানিত পণ্ড ইত্যাদি সব কিছুই নিয়ে যেতে হয়। উর্বর জমিতে তাহলে ছেড়ে চলে যেতে হয়। জুড়ান সেই স্থানেই আশ্রয়কার জন্মে তারা তাদের গ্রামের চারদিকে বেড়া ও ক্রমে দেওয়াল তৈরি করলো, পরিখা খুঁড়লো এবং এভাবে গ্রামকে স্থায়ী করে তুললো। এই যোগ্য স্থানের মধ্যে তারা বসবাস ও তাদের প্রয়োজনীয় জিনিস উৎপাদন করতো। এভাবে দেওয়াল বেড়া স্থানের মধ্যে স্থায়ী বসতি গড়ে উঠলো, প্রাচীন মানুষ লোককে তার নিজস্ব জগৎ বলে মনে করতো।

প্রতিবেশীর সঙ্গে শত্রুতা থাকার ও ক্রম লোকসংখ্যা বৃদ্ধি পাবার ফলে বাড়ত্ব প্রয়োজনে প্রায়ই প্রতিবেশীদের মধ্যে সংগ্রাম সংঘর্ষ হতো এবং ক্রমে সেটা যুদ্ধে পরিণত হতো। যুদ্ধের ফলে বিজিত দলের কাছ থেকে প্রচুর বাড়ত্বা পাওয়া যেত। বিজয়ী দল বিজিত গ্রামগুলিকে তাদের অধীনে এনে বিজিত দলের লোকদের নিজেদের পূরণানিত পণ্ড যত ক্রীতদাস করে রাখতো। বিজয়ী দলপতি তখন সকলকেই শাসন করতো। ক্রমে ক্রমে এই সব স্থায়ী স্থানে বসতি গড়ে উঠলো এবং মানুষের ইতিহাসে প্রথম সামরিকতার পতন হলো। কালক্রমে এই সব দলপতিদের রাজত্ব বৃদ্ধি পেয়ে সাম্রাজ্যে পরিণত হলো এবং শাসনকর্তা হলেন রাজা এবং ক্রমে সম্রাট।

নতুন প্রকার যুদ্ধের পর সর্বপ্রথম আবিষ্কার হলো বাতুনিয়া। বহীর উপত্যকার, যেখানে পাবার পাওয়া যেত না, সেখানে বাতুর জন্ম দেখা গেল। যে যুদ্ধ যোদ্ধারা বাতুনিয়া জিনিষপত্র তৈরি ও অস্ত্র কারখানা



কমতো অবশেষে তরিকার ও খাতিয়া তৈরির কাজ করতে হতো না। অবশ্যকার খাতিয়ার প্রচুর অবশ্যর থাকার সে অবশ্য করে যেতো এবং তার দলে জাম ও বিজ্ঞানের এসার ঘটতো। খাতিয়া অবশেষে তারা ও পরে সীসা, টিন ও তামা প্রভৃতি খাতিয়ার ব্যবহার শিখলো।

### প্রাচীন সভ্যতা

প্রথম সভ্যতার বিকাশ হয় পলিমাটির দ্বারা উপর মিশর দেশের নীল নদের উপত্যকার, মেনোপটেমিয়ার টাইগ্রিস ও ইউফ্রেটস নদীর উপত্যকার, ভারতবর্ষের সিন্ধুনদের উপত্যকার ও চীনদেশে। এই সব স্থানে বেটে মল ও খাতিয়া পাওয়া যেত এবং খাতিয়াতেও খুব সুবিধা থাকার প্রথম সামগ্রিকতা এখানে পড়ে গঠে। নদীর জল নিয়ে সেই মল সেচের কাজে ব্যবহার করা হতো।

### মহেজোদারো

প্রাচীন মিশরের সমসাময়িক যুগে ভারতবর্ষের সিন্ধুনদের উপত্যকার আন্তর্জাতিক পোড়ানো ইটের তৈরি বাড়ী ও সারী নগর তৈরি করা হয়েছিল। সিন্ধুনদের মহেজোদারো ও চরমার নগরের সাতাষাট সুসময়ভাবে বিস্তৃত ছিল। বাড়ীতে ভিতরকার চরের চারদিকে ঘরগুলি পাশাপাশি সন্নিবিষ্ট থাকতো। সাতার দ্বারে অবস্থিত বাড়ী-গুলির উচ্চতা সাতার প্রশস্ততার উপর নির্ভরিত হতো। বেশীর ভাগ বাড়ীই হয় একতলা না হয় দোতলা উঁচু হতো। বাড়ী থেকে সরল নিকাশন ব্যবস্থা খুব উন্নত বরণের ছিল। বাড়ীর পোড়ানো নগরের সাতার কুণ্ডল পরঃপরানীর সঙ্গে সংযুক্ত ছিল। এই প্রাচীন সভ্যতার বিশেষ কোন চিহ্নই আজ আর নেই।

### প্রাচীন মিশর

পাঁচ ছয় হাজার বছর আগেকার প্রাচীন

মিশরে মিশরীয়েরা তখন কারিগরীবিজ্ঞান বেশ ভালভাবেই আয়ত্ত করেছিল। বাড়ী ঘর, সৌতা, পরিবার বস্ত্র, অলংকার, আসবাবপত্র ইত্যাদি সব কিছুই তারা তৈরি করতে শিখেছিল। পাথর কেটে তারা বিরাট মূর্তি খোদাই করতো। তাদের রাজা কারাগ, দেবদেবী ও পুরোহিতদের বড় বড় মূর্তিই তারা তৈরি করতো। বিরাট বিরাট পিরামিড, ফির এবং মন্দিরও তারা তৈরি করেছিল।

মিশরের নীল নদ বহু প্রাচীনকাল থেকেই খাতিয়াতে এবং ব্যবসা-বাণিজ্যের পথ হিসাবে ব্যবহৃত হয়ে এসেছে। বহু নদীর জল দ্বারা স্থানীয় পক্ষে পলিমাটি মসৃণের খালিকে উপর করে পরিণত করতো। এই সব কারণে খুব প্রাচীনকাল থেকেই মিশরীয়েরা নীল নদের তীরে তাদের গ্রাম, নগর ইত্যাদি স্থাপন করেছিল তারা এখানেই। রাজাদের পিরামিড, সন্ন্যাস ব্যক্তির সমাধি এবং পুরোহিতদের দ্বারা পরিচালিত মন্দিরগুলি তৈরি করেছিল। মিশর দেশে প্রচুর পরিমাণে পাথর পাওয়া যায় বলে মন্দির ও সমাধিগুলি নির্মাণে প্রচুর পরিমাণে পাথর ব্যবহার করা হয়েছিল। রাজপ্রাসাদ ও গৃহগুলি যৌক্তিক বড় বড় মাপের ইটের দ্বারা তৈরি করা হয়েছিল।

কারাগদের মৃতদেহ নীল নদের পশ্চিম পারে (যে স্থানকে বলা হতো 'মৃতদের রাজ্য') বসে নিয়ে থাকত হতো ও সেখানে সমাধিও করা হতো। রাজাকে সকলে ভগবানের মত মর্যাদা করতো এবং সে মৃত্যু পে সময়ে রাজা ও ভগবানের মধ্যে বিশেষ কোন পার্থক্য ছিল না। মৃতদেহকে মৃত্যুর সামগ্রিকভাবে বাস করার স্থান বলে মনে করা হতো এবং সমাধি-স্থানকেই মনে করা হতো খাতিয়ার চিরকালের বাসস্থান। এ ক্ষেত্রে সমাধিস্থান নির্মাণেই এক প্রাথমিক বৈশিষ্ট্য হতো।



### প্রাচীন মিশরীয় স্থাপত্য

এখানকার মন্দির, পিগামিড ও অন্যান্য সমাধি-ভবন প্রাচীন মিশরীয় স্থাপত্যের নিদর্শন বরাদ্দ কর্তব্য। বাম ও কড়িকাঠ (Post and beam) শৈলীই হলো এই স্থাপত্যের বৈশিষ্ট্য। এই নিদর্শনগুলি এতই বিশালাকার যে, যেন হয় যেন এইগুলিকে চিরস্থায়ী করেই তৈরি করা হয়েছিল।

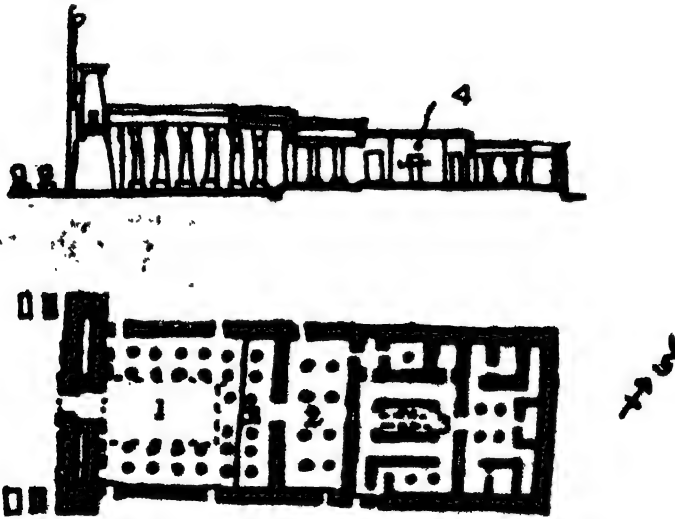
### মন্দির

চিত্তাকর্ষক পথের দু-দ্বারে ক্ষিপ্তের সারি। সেই পথ ধরে প্রাচীন মিশরীয় মন্দিরের দিকে এগিয়ে চলতে হতো। এই ক্ষিপ্ত হলো এক অদ্ভুত কারাগারিক সৌর, যার পরীক্ষা হলো নিংকের মত এবং মাথাটি পুরু, ত্রীলোক, তেঁড়া অথবা

পক্ষির মত ও এর অক্ষরীয় অক্ষরিত বিকৃত ককতলি। নামের বিরাট ও অক্ষরালো Pylon দুটির পিছনে মন্দিরের অন্তর্ভুক্ত অংশগুলি বর্ণাকারে পর পর বিস্তৃত এবং ক্রমশঃ উচ্চতার সীমা হয়ে এসেছে।

খরীর মন্দিরগুলির মধ্যে আম্মনের বিরাট মন্দির (The Great temple of Ammon, Karnak, Thebes, 153) থেকে 323 ফুট পূর্বাংশ) সমস্ত প্রাচীন মিশরীয় মন্দিরের মধ্যে বৃহৎ। অনেক শতাব্দী ধরে বহু রাজা এই মন্দির তৈরি করিয়েছিলেন। 1200 ফুট লম্বা ও 360 ফুট চওড়া যার জুড়ে মন্দিরটি অবস্থিত ছিল। এটির চারপাশ ঘিরে প্রাচীর ছিল ফুড়ি থেকে ত্রিশ ফুট প্রশস্ত।

খরীর মন্দিরের মধ্যে একটি আদর্শ মন্দির



1ম চিত্র—কর্ণাকের মন্দিরের মন্দির

1—চব্বস, 2—হাইপোস্টাইল হল, 3—দেবতার পক্ষির মত, 4—মন্দিরের পক্ষির মতো

যদি পাকীর মত। মন্দিরের প্রবেশ দ্বারের হলো কর্নাকের মন্দিরের মন্দির (Temple of Khons, Karnak. 1193 ফুটপূর্বাংশ)। ভিতরে প্রবেশ করে প্রবেশে একটি প্রশস্ত চব্বস, প্রাচীন মিশরীয় মন্দির-বিজ্ঞান সীতি অনুযায়ী তারপর Hypostyle হল এবং পরে দেবতার এই মন্দিরেরও মাঝে প্রশস্ত পথের দ্বারে ছিল



কিংবদন্তির সারি। প্রবেশ ঘরের পানে দুটি বিরাট Pylon ও তাবের সাইনে বীর্ষ, চতুর্ভুজ ও দ্ব্যাক্ষর স্তম্ভগুলি (Obelisks), তারপর প্রশস্ত চত্বর, উপর থেকে আসলো আলমারি বন্দোবস্ত করা Hypostyle হল এবং শেষে দেবতার পবিত্র কক্ষ ও অন্তিম পূজাকক্ষগুলি পর পর বিস্তৃত ছিল। সব কিছুই উঁচু ও প্রশস্ত প্রাচীর ঘেরা ছিল। এই ক্ষেত্রেও মন্দিরের সাইনে থেকে পিছন দিকে ব্যাহিত দেবতার কক্ষের দিকে মন্দির ও প্রাচীরের উচ্চতা কমেই কমে এসেছে।

Obelisk বা চতুর্ভুজ, দ্ব্যাক্ষর স্তম্ভগুলি ছিল হেলিওপোলিসের সূর্য-দেবতার পবিত্র প্রতীক। মন্দিরের প্রবেশ ঘরের সাইনে ও কাছেই একসঙ্গে এই রকম দুটি করে স্তম্ভ থাকতো। এক একটি স্তম্ভ বিরাট একটি সম্পূর্ণ গ্র্যানিট পাথর কেটে তৈরি করা হতো। এগুলিকে সেরগাড়ীর মত টানা গাড়ীতে ও নদীপথে বিরাট নৌকার উপর বয়ে নিয়ে যাওয়া হতো। তারপর যেখানে এগুলিকে লাগানো হয়, সেখানে মাটি দিয়ে তৈরি ঢালুতলের উপর টেনে তোলা হতো ও তারপর কাং করে ভিতের উপর লাগানো হতো। রোমক সম্রাটেরা এই রকম অনেক স্তম্ভ মিশর থেকে সরিয়ে নিয়ে গিয়েছিলেন। 'ক্রিস্টেনস্টার' মিউজ নামে পরিচিত স্তম্ভটি প্রথমে হেলিওপোলিসে ছিল। এটি উচ্চতার ৬৪ ফুট ৬ ইঞ্চি এবং এর নীচের দিকের ব্যাস ৪ ফুট ৭ ইঞ্চি ৬ ইঞ্চি। এটির ওজন ১৮০ টন। ১৮৭৮ খ্রীস্টাব্দে এটিকে আলেকজান্দ্রিয়া থেকে ইংল্যান্ডে নিয়ে যাওয়া হয় এবং এখন লন্ডন সহরের টেমস নদীর বাঁকের উপর এটি রাখা আছে।

### পিরামিড

প্রাচীন মিশরীয়েরা মৃত্যুর পরেও জীবনের

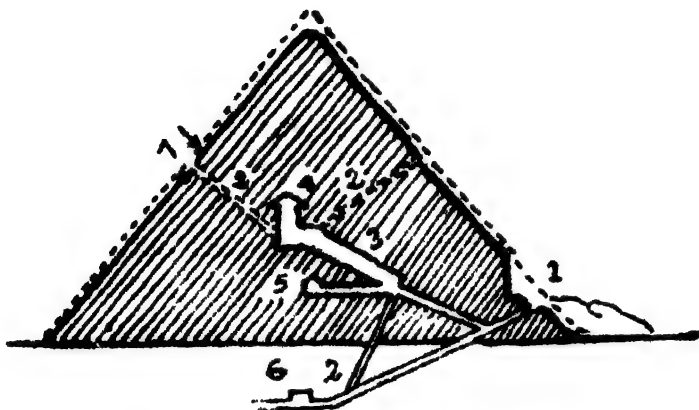
অস্তিত্ব বিশ্বাস করতো। সে ক্ষেত্রে মৃত্যুর পরেও যাতে মৃতদের বহুদিন পর্যন্ত সুরক্ষিত থাকে, সে রকম ভাবে প্রত্যেকেই নিজ নিজ সাধাযত্ন ন্যায়ী করার উদ্যোগ করতো। চিরকালের মত ব্যবহারের ক্ষেত্রে মৃতের সব কিছু পার্থিব প্রয়োজনীয় জিনিষপত্র তাঁরা মৃতদের সঙ্গে কবরে রেখে দিতো। মৃত ক্যাফাওয়ের আত্মা দিয়ে আলমারি ক্ষেত্রে পিরামিডে রক্ষিত তাঁর মমিকে সুরক্ষিত করে রাখা হতো।

প্রাচীন মিশরীয়দের সমাধি সাধারণতঃ তিন প্রকার ছিল; যথা—মাস্তাবা (Mastaba), রাজকীয় পিরামিড ও পাহাড়ের গায়ে পাথর কাটা সমাধি।

সব পিরামিডগুলির মধ্যে কারমোর কাছে গীজের (Gizeh) তিনটি পিরামিড বিশেষ উল্লেখযোগ্য। এগুলির মধ্যে সবচেয়ে বড় হলো Cheops (Khufu)-এর বিরাট পিরামিড। খুইফু আড়াই হাজার বছরেরও আগের তৈরি এই পিরামিড। মূলতঃ এটি ছিল ৪৮০ ফুট উঁচু। ১৩ একর কাগপা জুড়ে এই পিরামিডটি দাঁড়িয়ে আছে। প্রায়শঃ এটি বর্গাকার এবং এর প্রত্যেক দিক ৭৫৬ ফুট লম্বা। এর চারটি পাশ উত্তর, দক্ষিণ, পূর্ব ও পশ্চিম দিকে বিস্তৃত। উত্তর দিকে মাটি থেকে ৫৫ ফুট উঁচুতে ভিতরে যাওয়ার প্রবেশ দ্বার। এখান থেকে পিরামিডের ভিতরে একটি পথ নীচের দিকে যেতে গেছে। কিছু দূর নেবে যাবার পর পথটি আবার উপরের দিকে উঠে গেছে ও Grand Gallery-তে গিয়ে শেষ হয়েছে। এই গ্যালারী ৭ ফুট চওড়া ও ৭ ফুট ৬ ইঞ্চি উঁচু। এই গ্যালারীর শেষে রাজার মৃতদেহ রাখবার কক্ষ। এই কক্ষ থেকে ৪ ইঞ্চি x ৬ ইঞ্চি মাপের দুটি ছোট স্তম্ভ পিরামিডের বাইরে পর্যন্ত চলে গেছে। বাহ্য চলাচল করা এবং খুব সস্তম্ভ মৃত রাজার আত্মা যাতে সহজেই পিরামিডের মধ্যে প্রবেশ করতে



পারে, সে ক্ষেত্রে এরূপ ছুটি বৃহৎ গ্রাফা হতো। এটির Valley building-এর কাছে রয়েছে গ্র্যাণ্ড গ্যালারী যেখান থেকে শুরু হয়েছে, Chephren-এর বিরাট কিংড। এই কিংডের সেখান থেকে অপর একটি পথ নীচের দিকে চলে গেছে তাগীর কক্ষ। এটি অসম্পূর্ণ অবস্থায় রয়েছে। পিরামিডটির চারপাশের এবং পরীক্ষা হলো অবশিষ্ট দিগ্ধের আকৃতির



এক চিত্র—নিলপ্‌স্‌-এর পিরামিড—নিজে

1—প্রবেশ পথ, 2—বাস্তাস চলাচলের পথ, 3—গ্র্যাণ্ড গ্যালারী, 4—রাজার কক্ষ, 5—রানীর কক্ষ, 6—ভূনিহ্ন কক্ষ, 7—পিরামিডের বাইরের আবরণ—এখন বিনষ্ট।

প্রাচীন ও প্রবাস্য পিরামিডের সঙ্গে অবশিষ্ট অত্যন্ত ইয়ারতগুলির এখন আর কোন অস্তিত্ব নেই। এগুলির মধ্যে সুত্রেবকে সমাধির করবার আগে রাববার জন্তে সাময়িক পরাগার, যুক্তের জন্তে প্রয়োজনীয় কিনিমপত্র, উপহার ইত্যাদির নৈবদ্য প্রস্তুত করবার জন্তে পুজাগৃহ প্রভৃতি ছিল। পাথর ধারাবাহী উঁচু ভাঙা দিগে সিকটবর্তী Valley building-এ বাঁধা যেত। যন্ত্রের কাছে পাথরের মধ্যে নৌকার আকারে কয়েকটি গর্ত কাটা ছিল। এই গর্ত-গুলির মধ্যে সুচ রাকার পরবর্তী জীবনের বান-বাহনরূপে 115 ফুট দীর্ঘ কার্টের নৌকা রাখা থাকতো। নিকটেই রাজা Cheops-এর স্ত্রীর জন্তে তিনটি পিরামিডও ছিল।

Cheops-এর বিরাট পিরামিডের কাছেই রয়েছে Chephren (Khafra)-এর পিরামিড।

যত। এটির দূর্ঘ 13 ফুট 6 ইঞ্চি চওড়া। এটি দৈর্ঘ্যে 240 ফুট ও উচ্চতায় 66 ফুট। মনে হয় কারাগার নিকটেই যেন এই পিরামিড ও তার অত্যন্ত ইয়ারতগুলিকে হস্তক্ষেপে অস্ত্র প্রহরীর রক্ত পাহারা দিচ্ছেন। Valley building-এর মধ্যে নানা প্রকার অত্যন্ত অল্পাঙ্গন, তথি অল্পাঙ্গন, যদি তৈরি করা এবং যুক্তের দূর্ঘ খোলা ইত্যাদি অল্পাঙ্গন সম্পন্ন হতো।

### সাধারণ বাসগৃহ

প্রাচীন মিশরীয়দের সাধারণ বাসগৃহের বিশেষ কোন বিবরণ পাওয়া যায় না। যৌক্তিক ইট দিয়ে তৈরি এক-কুঠরীর বাড়ীই ছিল সবচেয়ে ছোট বাড়ী। এই রকম বাড়ীর দেয়াল রাস্তার করা ও ছাঁচ বস-বাসকা দিয়ে ঢাকা ছিল। কাছন প্রাণে দেখা গেছে যে, সাধারণ গৃহে একটি



ছোট চত্বরের চারদ্বারে করেকটি ছোট ঘর  
বিভক্ত থাকতো। রাজা ও গৃহস্থালীর অভ্যন্তর কক্ষ  
ওখানেই করা হতো। হয়তো কারিগরেরা তাদের  
কাজকর্মও ওখানেই করতো।

গরম আবহাওয়ার জন্যে বাড়ীতে ঘরের  
বাইরে খোলা আয়নার খালা ও পোখার  
ব্যবহৃত ছিল। সকলে খোলা হাবে খালা ও  
পোখা খুবই পছন্দ করতো। সম্রাট ব্যক্তিদের  
বাড়ী খুবই প্রশস্ত ছিল এবং সেখানে প্রচুর  
দাবী আসবাবপত্র থাকতো। এই সব বাড়ীর  
হাবে বহু অর্ধচন্দ্রে সুন্দর বাগান তৈরি করা  
হতো। এই বাগানের উপর লাবিরাশা দিয়ে  
ঢাকা থাকতো। বাড়ীর ভিতরের ঘরগুলিকে  
কিছুটা ঠাণ্ডা রাখবার উদ্দেশ্যে হাট থেকে হাওয়া  
চলাচল করবার জন্যে এক রকম বন্দোবস্ত থাকতো।  
রাজিবেলার হয়তো বাড়ীতে অন্তত তেলের বাতি  
জালানো হতো। শীতের সময় প্রয়োজনীয় উত্তাপ  
পাখার জন্যে অল্প কাঠকয়লা পাতে রাখা হতো।

নগরের সাধারণ বাড়ীগুলি প্রধানতঃ দ্বৈত-  
তল ইট দিয়েই তৈরি হতো। প্রাচীন মিশরীয়েরা  
কুশলী রাজশিল্পী ছিলেন। অল্পবান করা হয় যে,  
সম্রাট ব্যক্তিদের গৃহ পাখর দিয়ে তৈরি করা  
হতো এবং পাখরের দেয়ালের উপর প্রাস্টার  
করা থাকতো। বাড়ীর বাইরের দেয়ালের  
বহির্ভাগ এভাবে আবহাওয়ার প্রকোপ থেকে  
রক্ষা করা হতো।

### নগর-বিজ্ঞান

প্রাচীন মিশরীয়েরা ক্যারাওয়ের সেবার  
নাজেদের উৎসর্গ করতো। খৃষ্টপূর্ব তৃতীয়  
সহস্রাব্দে যে সব নগর তথা গড়েছিল, সেগুলি  
ক্যারাওয়ের আদেশে অল্পনায়েই তৈরি হয়েছিল।  
রাজা ও সম্রাট ব্যক্তিদের সমাধিস্থান—বিরাট  
পিঠামিতগুলির নির্মাণ কার্যে বিদ্রুত কারিগর  
ও ক্রীতদাসদের বসবাসের জন্যেই এই নগরগুলি

তৈরি করা হয়েছিল। নগরের বাড়ীগুলি  
যৌক্তিক ইটের তৈরি ছিল। বাড়ীতে নতনের  
ব্যবহারের জন্যে চত্বরের চারদ্বারে ছোট ছোট  
ঘরগুলি বেঁধেবেঁধি করে বিভক্ত ছিল। বাড়ীতে  
বাড়ায়ত করবার গলিগুলি ছিল সরু। খোলা  
সর্বদা বিদ্যে ময়লা জল নিকাশিত করা হতো।  
নগরের চারদ্বারে ছিল প্রাচীর। সম্রাট ছিলেন  
শক্তিশালী এবং তাঁর সাম্রাজ্যত ছিল বড়। তুতরাং  
যনে হয় যে, আক্রমণকারী শত্রুর হাত থেকে  
নগরকে রক্ষা করবার জন্যে নগর-প্রাচীর তৈরি  
করা হয় নি। বর্ষার সময় প্রধানতঃ নদীর বড়া  
থেকে নগরকে রক্ষা করবার জন্যেই খুব সম্ভব এই  
প্রাচীরের ব্যবস্থা করা হয়েছিল।

খৃষ্টপূর্ব দ্বিতীয় সহস্রাব্দে মিশরীয় রাজারা  
নীল নদের ধারে বড় বড় মন্দির-নগরী তৈরি  
করিয়েছিলেন। মেমফিস (Memphis), থিব্‌স্  
(Thebes) ও টেল-এল-অবদানাতে সুপ্রশস্ত  
রাস্তা, বিশাল মন্দির চত্বর এবং পাখর কেটে  
তৈরি করা সমাধিস্থানের ধর্মসাধনের আছে।  
এগুলি তদানীন্তন রাজা ও সম্রাট ব্যক্তিদের  
বিলান ও আড়ম্বরপূর্ণ জীবনযাত্রার সাক্ষ্য দেয়।  
এই সময়কার সাধারণের বসবাসের জন্যে তৈরি  
নগরের কোন বিবরণ পাওয়া যায় না।  
থিব্‌স্-এ কিংজের সাহবের রাস্তা ছিল সুপ্রশস্ত  
এবং টেল-এল-অবদানার মন্দির প্রাচীর ছিল আট  
মাইল দূর ও ১ মাইল চওড়া। এই সব নগরে  
যনে হয় বসেই বসিও ছিল।

### কাহুন (Kahun)

প্রায় 3000 খৃষ্টপূর্বাব্দে প্রাচীন মিশরে  
ইলাহুন (Illahun) পিঠামিতের নির্মাণ কার্যে  
নিদ্রুত কারিগর ও ক্রীতদাসদের বসবাসের  
জন্যে কাহুন নগর তৈরি করা হয়েছিল। নগরের  
রাস্তা-ঘাট Grid-iron বা দাবার হক প্রণালীতে  
বিভক্ত ছিল না। কেবলমাত্র দবা দবা সমান্তরাল



সাতাই নগরে ছিল। নগরের প্রত্যেক সাতাই একই ধরনের বাড়ী ছিল। ছোট ছোট কুঠুরী-গুলি পাশাপাশি সন্নিবিষ্ট এবং বড় বড় আয়তাকার অংশে বিভক্ত ছিল। কুঠুরীগুলির সামনে বিস্তৃত বাতারাতের জন্তে সড়ক গলি ছিল। বাড়ীতে কোন বাগান ছিল না, কিন্তু বড়ই ছোট ছোট ফল, প্রত্যেক বাড়ীতেই খোলা উঠান থাকতো। সাধারণ জনিকের বাড়ীতে উঠান ছাড়া কখনকে ভিলাটি ঘর থাকতো। অভ্যন্তর বাড়ীতে চারটি, পাঁচটি—এমন কি, ছয়টি পর্যন্ত ঘর থাকতো এবং সমস্ত ভাড়া উপর তলায় কয়েকটি চান্দাঘরও থাকতো।

নগরের ভানবিকের উপরের দিকে নগরের প্রায় এক-চতুর্থাংশে প্রশস্ত ঘরের অনেকগুলি বাড়ী ছিল। এই থেকে যেন হয় এই বাড়ীগুলি যৌথ হয় উচ্চশ্রেণীর লোকদের বসবাসের জন্তে নির্মিত ছিল। অপেক্ষাকৃত বড় সব বাড়ী খোতলা নদীর তীরে হতো এবং উপরে বাবার জন্তে সিঁড়ি থাকতো। উচ্চপদস্থ রাজকর্মচারীদের প্রাসাদে পঞ্চাশেরও উপর ঘর এবং পাঁচটি পর্যন্ত হলঘর থাকতো। এই সব প্রাসাদ প্রায় দু-বিঘা জমির উপর বিস্তৃত ছিল। অধ্যাপক পেট্রির মতে একটি পিরামিড তৈরি করতে এক লক্ষ জনিক ও দু-হাজার কুললী রাজমিস্ত্রীর প্রয়োজন হতো।

কালক্রমে সাতির তৈরি বাড়ীর এই সব নগরগুলি অংশ হয়ে গেছে।

### টেল-এল-আমার্না (Tel-el-Amarna)

কাহনের আরও এক হাজার বছরেরও পরে

সম্রাট আখেনাটেন (Akhenaten) বিশ্ব নগরের দু-ন'বাইল উভয়ে নতুন রাজধানী তৈরি করান। এই নগর স্থপতিকল্পিত ছিল না এবং খুব ডাড়াহড়া করে এই নগর তৈরি করা হয়েছিল। খ্রীষ্টপূর্ব চতুর্থ শতাব্দীতে এই রাজধানী ও রাজকীয় সমাধিগুলি তৈরির কাজে বিস্তৃত জনিকদের বাসের জন্তে টেল-এল-আমার্না নামে একটি আশ্রয় প্রাচীর তৈরি হয়েছিল। রাজধানীর কয়েক মাইল পূর্বে এই প্রাচীর অবস্থিত ছিল। সার লিওনার্ড উলী বলেছেন যে, চারদিকে প্রাচীর ঘেরা এই প্রাচীর ছিল বর্গাকার। এই প্রাচীর খুবই নিখুঁতভাবে বিভক্ত ছিল এবং সমস্ত প্রাচীরে একই মকমের বিভাসরীতি অঙ্কনিত হয়েছিল। সমস্ত প্রাচীর বাড়ীতে তৈরি ছিল। উত্তর-দক্ষিণমুখী সড়ক সড়ক সমান্তরাল সাতাগুলির দু-ধারে ছোট ছোট বাড়ীগুলি সন্নিবিষ্টভাবে সন্নিবিষ্ট ছিল। প্রত্যেক বাড়ীর সামনের দিকে ছিল বসবার ঘর ও রান্নাঘর এবং বাড়ীর পিছনের দিকে ছিল গোবার ঘর।

প্রাচীন মিশরের নগর-বিভাসের কোন নিদর্শন বহিঃ পাওয়া যায় নি, তবুও সেই সময়কার স্থাপত্যের বিরাট বিরাট নিদর্শন (যথা পিরামিড, মন্দির ইত্যাদি) দেখে যেন হয় যে, সেই সময়ের তৈরি নগরও নিশ্চয়ই প্রাচীন মিশরের স্থাপত্যের বিশালতার উপযোগী বেশ বড় ও সুবিস্তৃত ছিল। আমার্ন-এর নগর বিশ্ব-এর এক শতটি অংশে ছাড়া ছিল। এই নগরের কোন চিহ্নই আর এখন নেই।



# ଧାତବ ବହୁନୀ

## मजिठा मछी.

পুষ্টিবীর অধিকাংশ মৌল বাত্ব। বাত্বের ফটকে পরমাণুসমূহ বে বিশেষ ধরণের বন্ধনী দ্বারা পরস্পর যুক্ত থাকে, তাকেই বলা হয় বাতব বন্ধনী। বাতব পরমাণু আয়ন (Ionic) বন্ধনীর উপস্থিতি সত্য নয়। বাত্বতে পরমাণুসমূহের পারস্পরিক আকর্ষণী শক্তির মান ত্যান তার ওয়ালস আকর্ষণী শক্তির মানের তুলনায় বহু গুণ বেশী। কাজেই ত্যান তার ওয়ালস আকর্ষণের ক্ষেত্রে পরমাণুসমূহ পরস্পর সংবদ্ধ ভাবে বলা যায় না। তাহলে দেখা যায় আর যার সহযোগী বন্ধনীর সম্ভাবনা একেত্রে থাকতে পারে। কিন্তু বাতব ফটকে একটি পরমাণু সাধারণতঃ ৪টি বা ১২টি নিকটতম প্রতিবেশী পরমাণুর দ্বারা বেষ্টিত থাকে এবং এতগুলি নিকটতম প্রতিবেশী একটি যজি পরমাণুর সঙ্গে নিষ্কারই বাত্বাবিক (Normal) সহযোগী বন্ধনীর দ্বারা যুক্ত থাকতে পারে না। সুতরাং বাতব পরমাণুসমূহ পরস্পরের প্রতি এক বিশেষ ধরণের আকর্ষণবশতঃ সংযুক্ত বলা যায়।

বিসংক (Isolated) বাতব পরমাণুর  
 বোজ্যতা ইলেকট্রন পরমাণুটির কেন্দ্রক প্রভাবিত  
 কেহে আধ্যবান থাকে, কিন্তু কোন বাতব  
 কঠিকে কোন একটি পরমাণুর বোজ্যতা ইলেকট্রন  
 ঐ বিশেষ পরমাণুটির কেন্দ্রক প্রভাবিত কেহে  
 নীকারও থাকে না; বরং বাতবত্বের সমস্ত  
 পরমাণুর কেন্দ্রকসমূহের দ্বারা প্রভাবিত কেহে  
 আধ্যবান থাকে। বাতব কঠিকের পরমাণু ও  
 বিসংক বাতব পরমাণুর বোজ্যতা ইলেকট্রনসমূহের  
 বতাবের এই পার্থক্য বিশেষ লক্ষ্যীয়। অধিকাংশ  
 বাতব কঠিক এমনভাবে কেমাসিত হয় যে,

খাতব ফটিক পরমাণুসমূহের এক আন্তর্বি দৃশ্যমান  
 বিভাজন ঘটে। খাতব ফটিকগুলি অত্যন্ত ফটিকের  
 মতই নির্দিষ্ট জ্যামিতিক আকারবিশিষ্ট এবং খাতব  
 উপর এক-রশ্মির পরীক্ষার দ্বারা জানা যায় যে,  
 খাতব পরমাণুসমূহের সন্নিবেশ নিকটতম (Closest)  
 সন্নিবেশের (Packing) কালে তিন প্রকার খাতব  
 ফটিক পাওয়া যায়। যেহীন ভাগ খাতব তলকেন্দ্রী  
 ঘনকীয় জাক্রি (Face centred cubic  
 lattice) বা ঘনবদ্ধ বহুকোণী জাক্রিবিশিষ্ট  
 (Close packed hexagonal) হয়ে কেলানিত  
 হয়। কিছু ফটিকে তলকেন্দ্রী ঘনকীয় জাক্রি-  
 বিশিষ্ট (Body centred cubic lattice) হয়েও  
 কেলানিত হতে দেখা গেছে। তলকেন্দ্রী ঘনকে  
 প্রত্যেকটি পরমাণুর 14টি প্রতিবেশী পরমাণুর দ্বারা  
 ঘেরা থাকে। এই 14টির মধ্যে 8টির সঙ্গে  
 আন্তঃপরমাণবিক দূরত্বের (R) ব্যবধান সর্বাধিক।  
 কম এবং আর 6টি থাকে 1.15R দূরত্বে।  
 তলকেন্দ্রী ঘনকে এবং ঘনবদ্ধ বহুকোণে প্রতিটি  
 পরমাণু সমদূর (Equidistant) 12টি প্রতিবেশী  
 পরমাণুর দ্বারা বেষ্টিত। নিকটতম প্রতিবেশী  
 পরমাণুর সংখ্যাকে বলা হয় খাতব ফটিকে  
 পরমাণুর সমন্বয়ন (Coordination) সংখ্যা।  
 তলকেন্দ্রী ঘনকীয় জাক্রিতে পরমাণুর সমন্বয়ন  
 সংখ্যা 8 এবং ঘনবদ্ধ বহুকোণ ও তলকেন্দ্রী  
 ঘনকের বেলায় 12।

বাতুর এতোকটি পরমাণু তার বিকটতম  
একিংশে পরমাণুসমূহের সঙ্গে সহযোগী বন্ধনী  
ভেদে করে কিছু বন্ধক (Bonding) ইলেকট্রনের

• **স্বনায়কবিভাগ, বিভাগ, বিভাগীয় কলেজ**  
**কঃ উইলিয়াম, কলিকাতা-৬**

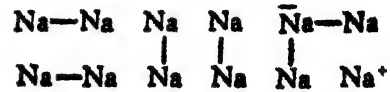


সংখ্যার ভুলনার বন্ধন কক্ষের (Orbital) সংখ্যা বেশী, কারণ প্রতিবেশী পরমাণুর সংখ্যা পরমাণুটির যোজ্যতা ইলেকট্রনের সংখ্যার ভুলনার বেশী। পাউলিং (Pauling) তত্ত্বানুসারে, এর ফলে লভ্য (Available) আন্তঃপারমাণবিক অবস্থানগুলির (Interatomic positions) মধ্যে সহযোগী বন্ধনীগুলি অল্পকল্পিত হয়। অল্পকল্পনের (Resonance) জন্মেই বাতাবিক সহযোগী বন্ধনীর অস্তিত্বের অন্ধান করা যেতে পারে এবং সম্ভবপর সকল সম্ভুল পরমাণু যুগ্মের মাঝে (Between all the possible equivalent pairs of atoms) এই বন্ধনীগুলির অল্পকল্পন সম্ভব।

কার্বা বাহুলসমূহ, ত্যানাডিয়াস, নায়োবিয়াস, ট্যাংটালাম এবং মলিবডেনাম তত্ত্বকেন্দ্রী ঘনকীয় জাক্রিবিবিশিষ্ট ক্ষটিকাকারে ফেলাসিত হয়। এসব ক্ষটিকে একটি পরমাণুর ৪টি প্রতিবেশী থাকে। সোডিয়ামে বাহুর কথা ধরা থাক। সোডিয়াম পরমাণুর যোজ্যতা ইলেকট্রন একটি; প্রতিবেশী পরমাণুর সংখ্যা ৪; অর্থাৎ ১টি পরমাণুকে ৪টি পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত থাকতে হচ্ছে। কিন্তু কিভাবে যুক্ত থাকতে পারে? ধরা থাক, পরমাণুটি প্রথম প্রতিবেশীর সঙ্গে কোন এক সময় একটি বৈত ইলেকট্রন বন্ধনী তৈরি করতে পারে। অল্পকল্পভাবে আর কোন সময় দ্বিতীয় প্রতিবেশীর সঙ্গেও বৈত ইলেকট্রন বন্ধনী তৈরি করতে পারে, পারে তৃতীয় প্রতিবেশীর সঙ্গে, পারে চতুর্থ, পঞ্চম, ষষ্ঠ, সপ্তম বা অষ্টম প্রতিবেশীর সঙ্গেও। কিন্তু একটি পরমাণু একটিন্ম প্রতিবেশীর সঙ্গেই বন্ধনী তৈরি করতে সক্ষম, অল্প সকল প্রতিবেশীর সঙ্গে একযোগে নয়; অর্থাৎ বন্ধনীটি কোন সময় থাকছে পরমাণু ও প্রথম প্রতিবেশীর মাঝে, কোন সময় থাকছে পরমাণু ও দ্বিতীয় প্রতিবেশীর মাঝে, কোন সময় বা পরমাণু ও অল্প (তৃতীয়, চতুর্থ, পঞ্চম,

ষষ্ঠ, সপ্তম ও অষ্টমের যে কোন একটি ধরা থাক) যে কোন প্রতিবেশী পরমাণুর মাঝে। বন্ধনীর এই চলমান অস্তিত্ব কল্পনা করা যেতে পারে অল্পকল্পনের জন্মেই।

সোডিয়াম বাহুর ক্ষটিককে বৈত ইলেকট্রন বন্ধনীর বিভ্রাস এভাবেও দেখানো যেতে পারে,



অর্থাৎ, এই গঠনগুলি (Structures) থেকে দেখা যাচ্ছে যে, এমনও সম্ভব হতে পারে যে, একটি পরমাণু একই সময়ে দুটি পরমাণুর সঙ্গে দুটি বন্ধনীর দ্বারা যুক্ত এবং আর একটির সঙ্গে যুক্ত না হয়েও দ্বিগুণ তড়িৎকার্যবশতঃ কার্বা-কাছিই থাকছে। এর ফলে বাতব বন্ধনীর প্রতিটি বানিকটা আরনী, বানিকটা সহযোগী ধরনের দেখা যায়। উপরের অল্পকল্পারী (Resonating) গঠনগুলি থেকে  $\text{Na}$  গঠনের ইকিত পাওয়া যায়। একটি অতিরিক্ত বন্ধনী তৈরি করার জন্মে  $\text{Na}$  পরমাণুকে যখন একটির পরিবর্তে দুটি ইলেকট্রনকে দান দিতে হয়, তখন  $\text{Na}^-$  উৎপন্ন হতে পারে। এই  $\text{Na}^-$  অতি অবজই অতিরিক্ত কক্ষের অধিকারী এবং এই কক্ষকেই তথাকথিত বাতব কক্ষ (Metallic orbital) বলা হয়। পাউলিং-এর মতে, সোডিয়াম এবং অন্যান্য বাহুলসমূহের তিন-চতুর্বাংশ পরমাণুর বাতাবিক কক্ষ ছাড়াও এই অতিরিক্ত কক্ষ থাকে। বাতাবিক কক্ষগুলি অনংশকৃত (Unshared) বা বন্ধক (Bonding) ইলেকট্রনের দ্বারা অধিকৃত এবং অল্পকল্পনের জন্মে এই অতিরিক্ত কক্ষ বা বাতব কক্ষই বিশেষ ভূমিকা গ্রহণ করে। বাতব ক্ষটিকে অল্পকল্পন সমগ্র গঠনটির বাহুরে প্রকাশিত হয় এবং ক্ষটিকটি এই অল্পকল্পনের জন্মেই দ্বিগুণ লাভ করে। শূন্য কক্ষগুলি (Empty orbitals) তড়িৎ-কক্ষের



এভাবে ইলেকট্রনগুলিকে সহজেই তাপের দ্বারা বিবেচনা করা হতে পারে। কলে, বাঁতর তড়িৎ-পরিবাহিতা দেখা যায়।

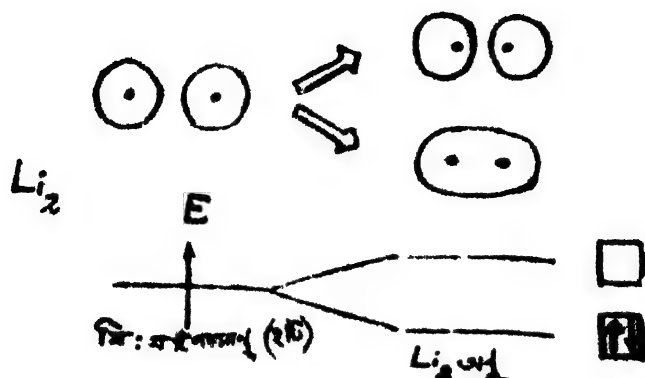
বাঁতর বিশেষ তড়িৎ-পরিবাহিতা ও প্রায় সম্পূর্ণ আলোক প্রতিফলনের ধর্ম ব্যাখ্যা করতে গেলে ধরে নিতে হয় যে, বাঁতরে প্রচুর মুক্ত (Free) ইলেকট্রন আছে। এ ক্ষেত্রে বাঁতর বহুদ্রবীর প্রথম তত্ত্বে বলা হয়েছিল যে, বাঁতর ক্ষুদ্রতর ক্রান্তি আসলে বাঁতর আয়নের দ্বারা গঠিত এবং যোজ্যতা ইলেকট্রনগুলি কোন একটি বিশেষ পরমাণুর প্রভাবশ্রুত। সমগ্র বাঁতর ক্রান্তির দ্বারা বিদ্যুত উৎপাদিত এই মুক্ত ইলেকট্রনের ধর্ম একটি নির্দিষ্ট আয়তনে বহু গ্যাসীয় দ্রব্য। এই তত্ত্বের বাঁতর পরিবাহিতার একটি সহজবোধ্য ব্যাখ্যা দেওয়া সম্ভব হলেও পৃথাকপৃথক বিচারে এই ইলেকট্রন গ্যাস (Electron gas theory) তত্ত্বের একটি বিশেষ ক্ষতি ঘটা পড়ে। এই তত্ত্বের দ্বারা এই ইলেকট্রনগুলির শক্তি ম্যাক্সওয়েল-বোল্টস্মান বিতরণ (Distribution) ব্রহ্মাণ্ডবাসী বিতরণিত হয় এবং প্রতিটি ইলেকট্রন, বাঁতর আণবিক তাপের ক্ষেত্রে  $\frac{3}{2}kT$  পরিমাণ তাপ সরবরাহ করে ( $k$ =বোল্টস্মান ধ্রুবক)। বাঁতর অত্যন্ত পরমাণুগুলির তীব্র আলোকের ক্ষেত্রে  $\frac{3}{2}R$  পরিমাণ তাপ পাওয়া যায় এবং এটিই বাঁতর পরিমাপনিক তাপ। কিন্তু ইলেকট্রন গ্যাস তত্ত্ব অনুসারে আরও  $\frac{3}{2}R$  পরিমাণ তাপ পাওয়া যায় ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে। কলে বাঁতর পরিমাপনিক তাপ এই তত্ত্বদ্বারা হওয়া উচিত  $\frac{3}{2}R$ । জুল ও পেরিটের পরীক্ষার ফলে দ্বারা জানা যায় যে, বাঁতর পরিমাপনিক তাপের পরিমাণ প্রায়  $\frac{3}{2}R$ । কাজেই দেখা যাচ্ছে, ইলেকট্রনের উপর বাঁতর আণবিক তাপ নির্ভর করে না। অতএব প্রকৃত ইলেকট্রন গ্যাস তত্ত্বের কিছু সংশোধন অতি আবশ্যিক হয়ে উঠেছে।

১৯২৪ সালে সোবারকেস এই সংশোধনে প্রস্তুত হন। তাঁর মতে, কেবল-ভিত্তিক বিতরণ ব্রহ্মাণ্ডবাসী ইলেকট্রনগুলির শক্তি বিভক্ত হয়। তিনি বললেন—প্রতিটি বাঁতর শক্তিস্তরে (Metallic energy levels) বিপরীত শ্রমশূন্য দুটি বাঁতর ইলেকট্রন থাকতে পারে (জুলনীর, পাউলির নীতি)। কিন্তু প্রকৃত ম্যাক্সওয়েল-বোল্টস্মান তত্ত্বে কোন শক্তিস্তরেই ইলেকট্রনের সংখ্যা সীমাবদ্ধ করা হয় নি। শক্তিস্তর-গুলির ব্যবধান তাপশক্তি  $kT$ -র জুলনার বেশী হলে প্রকৃত তত্ত্বে সমগ্র ইলেকট্রনগুলিকে শক্তির সর্বনিম্ন স্তরে থাকতে চেষ্টা এবং পূর্ণ পরম তাপ-দ্বারা ইলেকট্রন গ্যাসের শক্তি হতো শূন্য। ফের্মি ডিরাক ব্রহ্মাণ্ডবাসী ইলেকট্রনগুলি উচ্চতর শক্তিস্তরগুলিতে বিভক্ত হলে, কারণ শক্তির পূর্ণ স্তরে দুটির বেশী ইলেকট্রনের থাকবার অধিকার নেই এবং প্রত্যেক ইলেকট্রনশূন্য ক্রমবর্ধমান উচ্চতর শক্তিস্তরগুলির অধিকারী হয়। কলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা বাড়ানোর ক্ষেত্রে এই তত্ত্বদ্বারা প্রকৃত তত্ত্বদ্বারা যে শক্তি লাগবার কথা ছিল, তাঁর জুলনার কম লাগে। যেহেতু এই নতুন তত্ত্বদ্বারা সর্বোচ্চ শক্তিস্তরটি ইলেকট্রন দুটিই আণবিক তাপের অতি সামান্য ভেদকে গঠাতে পারে, অতএব ইলেকট্রনের আণবিক তাপ পূর্ণ বহা যেতে পারে। সুতরাং বাঁতর পরিমাপনিক তাপের পরিমাণ  $\frac{3}{2}R$  থাকবে।

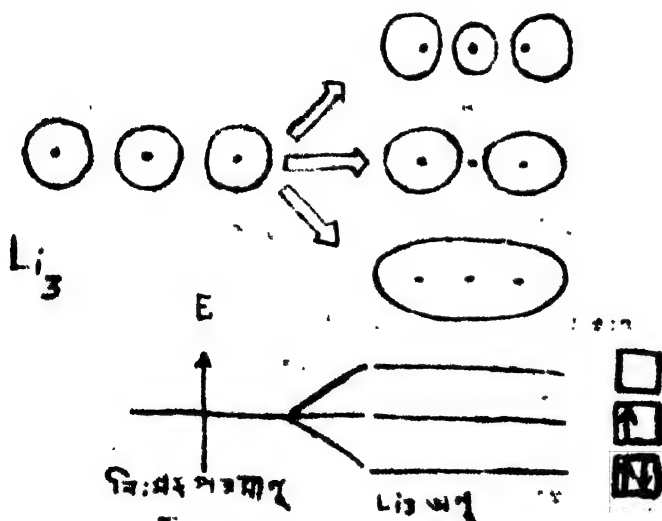
বাঁতর ক্ষুদ্রতর নিঃসৃত বাঁতর পরমাণু অপেক্ষা অধিক দ্রবী, কারণ ক্ষুদ্রতর যোজ্যতা ইলেকট্রনগুলি একাধিক কেন্দ্র প্রভাবিত তড়িৎ-ক্ষেত্রে জায়গা। এই ধারণাটি থেকে বলা সম্ভব যে, বাঁতরগুলিতে অনাকলিক (Delocalised) বা বহুকেন্দ্রী (Multicentred) বহুদ্রবীর চরম বিকাশ দেখা যায়। সামান্যতঃ একটি ইলেকট্রন-শূন্য দুটি পরমাণুকে বন্ধন করে। কিন্তু একটি ইলেকট্রনশূন্যের দ্বারা দুইয়ের বেশী পরমাণুকে বন্ধন



সম্ভব হলে এই বন্ধনীকে অনাকস্মিক বা বহু-বিপর্যায়ক  $Li_2$  গড়ে উঠতে দেখা যাচ্ছে। কেজী বন্ধনী বলা হয়। বহুকেজী বন্ধনীর বিকাশ এই চিত্রটিতে পৃথক পৃথক নিবিহীন পরমাণু দুটিকে কিতানে হর দেখাবার অর্থে একটি এককাত্মিক এবং একত্রীকৃত  $Li_2$  অণুতে একটি ইলেকট্রনের নিবিহীন স্টাট গঠন করবার কথা ভাবা যাক। ঐহিতিক শক্তি এবং স্যামট্রিক শক্তি কিতানে বিভক্ত,



1নং চিত্র--ক



1নং চিত্র--খ

1নং চিত্র--(ক) ও (খ)—বিপর্যায়ক ও ত্রিপর্যায়ক নিবিহীন অণুত্বের নির্মাণ এবং নির্মাণকালীন শক্তি পরিবর্তন।

মনে করা যাক, স্টাটটি একের পর এক নিবিহীন পরমাণু এনে গঠন করা হচ্ছে।

1নং চিত্র (ক)-এ দুটি নিবিহীন পরমাণু থেকে

তা দেখানো হয়েছে। পরমাণু দুটিকে কানাকানি আনবার পর পরমাণু 2০ ইলেকট্রনত্বের শক্তিকর-ত্বনি দুটি নতুন শক্তিকরে বিভক্ত হয়। এই

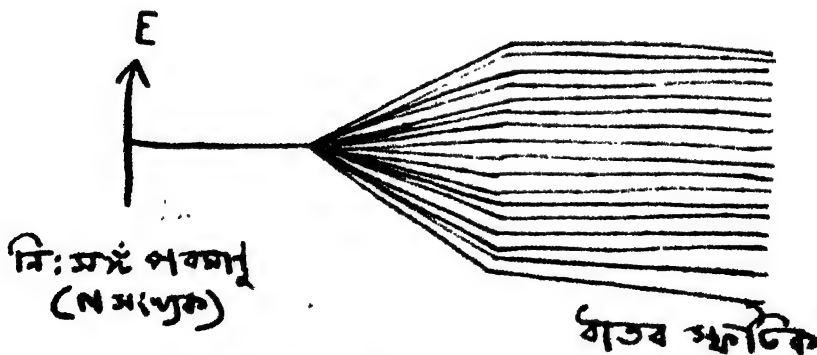


পড়িত্তর দুটি  $\sigma_{2s}$  এবং  $\sigma_{2s}^*$ ।  $\sigma_{2s}$  হচ্ছে বন্ধন অণুক (Bonding orbital) এবং  $\sigma_{2s}^*$  হচ্ছে প্রতিকবন্ধন (Antibonding) অণুক। বিপরীতমুখ নিবিহায়ে ইলেকট্রনগুলি  $\sigma_{2s}$  অণুকে থাকে, কিন্তু  $\sigma_{2s}$  বা  $\sigma_{2s}^*$  অণুকেই থাকুক না কেন, যে কোন ইলেকট্রনই সমগ্র অণুটির সম্পত্তি। অপর-পক্ষে,  $1s$  ইলেকট্রনগুলির বিশেষ বিশেষ পরমাণুর পরিকটে আকর্ষিত অবস্থিতি দেখা যায়, কারণ এই ইলেকট্রনগুলির সাংগ্ৰহিক শক্তি দুটি পরমাণুর মাঝে বিভবীয় হিউলিয়ার বাধা (Potential energy barrier) অতিক্রম করতে সমর্থ হয়। সাংগ্ৰহিক শক্তি-বাধা (Barrier) হিউলিয়ার ভুলনার কম বলেই এটা সম্ভব।

1ম চিত্র (খ)-এ তিনটি নিবিহায়ে পরমাণু একত্রে আসা হলে অবস্থাটা কি দাঁড়ায় দেখানো হয়েছে। এখানে তিনটি অণুক থাকা সম্ভব এবং তিনটি অণুক আছেও। যে কোন অণুকে থাকা ইলেকট্রন সমগ্র অণুটির সম্পত্তি এবং তা বিশেষ কোন পরমাণুর অধিগারিত্বকৃত নয়। যখন

চারি N সংখ্যক অণুক দৃষ্ট হয় এবং এসব অণুকের শক্তি অত্যন্ত ব্যাবধানবিধিষ্ট যনবন্ধ শক্তিস্তরভায়ে (Closely spaced energy band) বিভক্ত হয়। অতঃপরভাবে,  $2p$  পরমাণু-ককের সন্নিহনের কলে আরও অণুক দৃষ্ট হয় এবং এসব অণুকের শক্তিও একটি যনবন্ধ শক্তিস্তর-ভায়ে বিভক্ত হয়। এই শক্তিস্তরভায়ে আগের অর্থাৎ  $2s$  পরমাণুক সন্নিহনজাত অণুকের শক্তিস্তরভায়ে সন্নিহিত হুক্ত। এই সকল অণুককল্পিত যে কোন ইলেকট্রনই সমগ্র অণুটির সম্পত্তি এবং এই সকল ইলেকট্রনই একত্রে বহু কেন্দ্রকে একটি ক্ষুদ্রিক বণ্ডে বেঁধে রাখতে সমর্থ হয়। একত্রেই বলা যায় যে, বাহু-গুলিতেই বহুকেজী বন্ধনের চরম বিকাশ দেখা যায়।

একমাত্রিক নিবিহায়ে ক্ষুদ্রিকের কেন্দ্রে প্রযোজ্য এই ঘোঁটাছুটি বাহুগাটি ত্রিমাত্রিক ক্ষুদ্রিকের কেন্দ্রেও প্রযোজ্য। সাংগ্ৰহিকভাবে বলতে গেলে বলতে হয় যে, বাহীন পরমাণুর সমস্ত যোজ্যতাক-গুলি একটি বাতব ক্ষুদ্রিকে একত্রেই অসংকলিত



2ম চিত্র—নিবিহায়ে ক্ষুদ্রিকে শক্তিস্তরসমূহের বিকাশ

অনেকগুলি পরমাণু একত্রে আসা হয় অবস্থাটা 2ম চিত্রাঙ্কবাহী হয়। তন্মু  $2s$  পরমাণু-ককের সন্নিহনের কলেই N সংখ্যক পরমাণুর

বা বহুকেজী অণুকের দৃষ্ট করে এবং এসব অণুকের শক্তি একত্রে যনবন্ধ অত্যন্ত ব্যাবধান-বিধিষ্ট শক্তিস্তরে বিভক্ত হয়। এই শক্তিস্তর-



ভাঙকে বলা হয় বোন্ডা বা নতিভবভাঙ (Valence band)।

এই বাক সোভিয়ান ফটকের কথা। প্রতি পরমাণুকে (Atomic orbital) নতিভবভাঙে একটি ভর তৈরি করে। নিরবস্থানের নতিভবভাঙে ( $1s, 2s, 2p$ ) ভরের সংখ্যা এমন নির্দিষ্ট যে, যতগুলি ইলেকট্রন পাওয়া সম্ভব, ঠিক ততগুলিই এই ভরগুলিতে বিভক্ত থাকতে পারে, অর্থাৎ নতিভবভাঙ ইলেকট্রনের দ্বারা সম্পূর্ণ অধিকৃত। বহিঃস্থ তড়িৎ-ক্ষেত্রের প্রভাবে পূর্ণ ভরভাঙের ইলেকট্রনগুলির গতির দরদর হওয়া সম্ভব নয়, কারণ তড়িৎ-ক্ষেত্রের প্রভাবে তাদের গতির দরদর অর্থ তাদের কোন উচ্চ নতিভব উত্তরি। অথচ তা সম্ভব নয়, কারণ ঠিক পরবর্তী উচ্চ নতিভবগুলি অল্প ইলেকট্রন যুগ্মসমূহের দ্বারা অধিকৃত এবং পাউলির ব্রহ্মসূত্রের একটি বাতব নতিভবে ছুটিই বৈধ ইলেকট্রন থাকতে পারে না। আবার উচ্চতম নতিভবের ইলেকট্রনসমূহও অতিরিক্ত নতি গ্রহণ করতে পারবে না, কারণ তাদের উন্নীত হবার যত নতিভব ঐ ভাঙে আর নেই। অথচ এমন হতে পারে যে, অতিরিক্ত নতি গ্রহণ করবার কালে উচ্চতম নতিভবের ইলেকট্রন ঐ ভাঙ থেকে বেরিয়ে অল্প উচ্চতম নতিভবভাঙের কোন ভরে চলে যেতে পারে।

নিরবস্থানের একই ভাঙের নতিভবগুলির ইলেকট্রনগুলির সাধারণত বজায় থাকলেও সর্বোচ্চ নতিভবভাঙের কথা কিয়ৎ আলাদা, কারণ এটি ( $3s$ ) অর্ধ-অধিকৃত। ঐ ভাঙের গভীরে থাকা ইলেকট্রনের সাধারণত বজায় থাকে, কারণ তার উপরের ভরও অধিকৃত হয়ে আছে। অধিকৃত ভরের ঐর্ষে থাকা ইলেকট্রনগুলিই যত সহজে অবস্থিত ভরগুলি অবিকার করতে পারে। ব্লক (Bloch) ও তাঁর সহকর্মীরা ব্যাপারটাকে আর একই পরিধার করে বোঝাবার চেষ্টা করলেন। তাঁদের ধারণা অনুযায়ী বাতব

ফটকের এক-একটি বাতব কেন্দ্রক একদারি সমকেন্দ্রী (Concentric) নির্দিষ্ট স্থিতিভব-বিশিষ্ট অকলসমূহের (Zones) দ্বারা বেষ্টিত। ইলেকট্রনের ভর-প্রকৃতির জন্মে এই বিশেষ গঠনবিভাগ (Configuration) দেখা যায় এবং এই গঠনবিভাগের জন্মে ইলেকট্রনগুলি যাত্র করে যে অসম্মতিত (Permitted) নতিভবভাঙে বিভক্ত থাকে। এই অসম্মতিত নতিভবভাঙকে বলা হয় ব্রিলুয়ান অকলসমূহ (Brillouin zones)। ব্রিলুয়ান অকলসমূহের দ্বারাও অবিকার নতিভবভাঙগুলিকে বলা হয় নির্দিষ্ট নতিভবভাঙ। এই অবিকার নতিভবভাঙ অতিক্রম করতে ইলেকট্রনের প্রচুর নতির প্রয়োজন হয়। ব্রিলুয়ান অকলসমূহের পরমাণুর কোরটায় নতিভবের সঙ্গে জুলুমীয় এবং একটি কোরটায় পূর্ণ ভাঙে, অল্প কোরটায় ভরের ব্যবধানের সঙ্গে জুলুমীয় নির্দিষ্ট নতিভবভাঙ। বাতব নতিভবের সর্ব-বহিঃস্থ অকলে যায় সেই ইলেকট্রনগুলিই থাকে, যেগুলি স্পন্দনমান (Vibrating) কেন্দ্রক থেকে বোণোপন্যক্ত নতির সরবরাহ পেয়ে এই অকলে উঠে আসবার বোণোতা অর্জন করেছে। একটি ব্রিলুয়ান অকলের প্রস্থ নির্ভর করে ইলেকট্রন স্পন্দনের পারস্পরিক আচ্ছাদনের (Overlapping) উপর। এই আচ্ছাদন সর্বাঙ্গেকা বৈধ হয় সর্ববহিঃস্থ অকলের ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে। বাতব ফটকের নির্ধারিত পরমাণুসমূহের পূর্ণ ভিতরের ইলেকট্রনগুলির নতিভবভাঙের প্রস্থ খুবই কম এবং এই ইলেকট্রনগুলি অসম্মতিত নতিভবভাঙের বহু অবস্থিত নতিভবভাঙে অবিকার করে আছে। অতএব এই ইলেকট্রনগুলি নিঃসঙ্গ পরমাণুতে যে নতিভবভাঙে অবিকার করে, বলা চলে, বাতব ফটকের আর সেই ভরগুলির অবিকার করে এবং এরা বহুদূর নির্ধারিত অঙ্গপ্রস্থ করে না। বাতব পরমাণুগুলির ঘনসংনিবেশের (Close packing) ফলে



কেন্দ্রকেন্দ্রের চতুর্বিধে বাঁকা সর্বোচ্চ দ্বিভুজ-  
বিশিষ্ট সর্ববহিঃস্থ নক্তিকতরুণির কিছুটা পারস্পরিক  
আত্মায়ন হয়। উক্ত নক্তিকবিশিষ্ট ইলেকট্রনসমূহ,  
যেগুলি আত্মায়িত অকলে থাকে, সেগুলিকে কোন  
একটি বিশেষ পরমাণুর বলে চিহ্নিত করা যায়  
না এবং এগুলি সবত্র ক্ষুণ্ণকটির সম্প্রতিভূপে  
পরিভ্রমিত হয়। এই ইলেকট্রনগুলি চলমান  
(Mobile)। এই চলমান ইলেকট্রনগুলিই পাতব  
বন্ধনের নির্ধাতা। আত্মায়িত অকলসমূহকে বলা  
হয় আণবিক নক্তিকতরুণ (Molecular energy  
levels) এবং এই সব নক্তিকতরুণে পাউলি  
নির্ধারণ নীতি (Pauli exclusion principle)  
এবং কোয়ান্টা, অর্থাৎ কোন একটি পারমাণবিক  
নক্তিকতরুণের মধ্যে যেমন, তেমনই কোন  
আণবিক নক্তিকতরুণে দুটি ইলেকট্রনের বেশী  
থাকতে পারে না এবং এটি দুটিও থাকতে পারে  
যদি তারা বিপরীত স্পিনবিশিষ্ট হয়।

পাতব বন্ধনের তবে বাঁজুর গঠন বা বাঁজুর  
(State) নিয়ে বেশী আলোচনা করা  
হয়েছে, যাতে বাঁজুর বিশেষ বর্ধনসূত্র অস্তিত্ব  
যৌন থেকে বাঁজুরে আলাদা করে চিনতে  
সাধ্য হয়। সে কয়টি হচ্ছে : (ক) বিশেষ পাতব  
উজ্জলতা বা দৃঢ় আলোককে এর সম্পূর্ণ প্রতি-  
ফলিত করার ক্ষমতা। অতি পাতলা বাঁজুর  
চাঁদরও অসচ্ছ (Opaque)। এই অসচ্ছতার  
বহুল অর্থবান করা যায় যে, বাঁজুর পাতলা  
চাঁদরের প্রতি একক আয়তনে অনেক পাতব  
পরমাণু আছে বা পাতব চাঁদরে পাতব পরমাণুর  
কুন্ড বেন ঘন। (খ) বাঁজুরে অতি দৃঢ় দুর্ভাবায়ে  
বা অতি পাতলা চাঁদরে বিকৃত করা যায়  
[সম্প্রসারণশীলতা (Ductility) এবং নমনীয়তা  
(Malleability)], এথেকে বোঝা যায় যে,  
পাতব ক্ষুণ্ণকের আকৃতি দৃঢ় নয় এবং আকৃতি  
তরুণগুলি (Lattice planes) পারস্পরিক বিভ্রাস  
সহজে বদলেতে পারে। (গ) বাঁজুর তাপ বা

বিদ্যুতের হুপরিবাহী। তাপবাহী হুতির মধ্যে  
বা বাঁজুর গমিত অবস্থা প্রাপ্ত হলে তড়িৎ-  
পরিবাহিতা হ্রাসপ্রাপ্ত হয়। এথেকে বোঝা  
যায় যে, ক্ষুণ্ণক আকৃতির ভিতর দিয়ে আহিত  
(Charged) মূলকের (Species) সহজ চলার  
যটে।

বস্তুর অতঃস্থিত ইলেকট্রনসমূহের স্পন্দনই বস্তুর  
বর্ণ দৃঢ়মান হবার কারণ। দৃঢ় আলোকের  
কম্পন সংখ্যাবিশিষ্ট কোটন বা আলোক কম্পন  
যারা চলমান ইলেকট্রনগুলি স্পন্দিত হয় বলেই  
পাতব উজ্জলতা দেখা যায়—এরকম অর্থবান করা  
হয়। বর্ণালীর দৃঢ় অংশের সকল তরুণ-সর্বোচ্চ  
আলো বাঁজুরে অবশোষিত (Absorbed) হয়।  
তারা এবং সোনার এই বর্ণের ব্যত্যয় দেখা  
যায়। চলমান ইলেকট্রনগুলি আলোকনক্তির  
তাত্বেপিক গ্রহণ এবং বর্ধনে তৎপর। বর্ধিত  
আলোকনক্তির জন্মেই প্রতিফলিত দৃঢ় আলো  
দেখা যায়। আলোকনক্তির এই তাত্বেপিক  
গ্রহণ-বর্ধন বাঁজুর বিশেষ উজ্জলতার কারণ।

আন্তঃপারমাণবিক চলমান বন্ধনীগুলি বাঁজুরে  
অভিন্ন রাখে, কিন্তু আকৃতির বিকৃতি (Deformation)  
ঘটানোর বাঁবা সৃষ্টি করতে পারে না।  
পাতব ক্ষুণ্ণকের আকার পরিবর্তনকালে পাতব  
পরমাণুসমূহের তরুণগুলি নির্দিষ্ট তলের উপর দিয়ে  
পিছলে যায়। ধরে নেওয়া হচ্ছে, পাতব পরমাণু-  
গুলি কঠিন গোলকের ভাৱ ব্যবহার করে।  
পিছলানো বা অগন (Gliding) কিয়দর দুইই  
কম নক্তিকর হয়। যে সকল পাতব পরমাণু  
সর্ববহিঃস্থ ককে ছুটির অধিক ইলেকট্রন আছে,  
সেগুলিই সর্বাধিক কম নমনীয় এবং সম্প্রসারণশীল  
অর্থাৎ এই সকল বাঁজুর সহজে পাতলা চাঁদরে  
বা সূক্ষ্ম ভাবে পরিণত হয় না। বিকৃত অ্যালু-  
মিনিয়ামের প্রাচুর্য (Plasticity) থেকে এখন  
অর্থবান করা দুই অসম্ভব নয় যে, এই যৌগটি  
একযোগী হলেও হতে পারে; অর্থাৎ অ্যালু-



মিনিয়াম পরমাণুর সর্ববহিঃ কক্ষ কার্বকঃ একটি ইলেকট্রন থাকে বলে অ্যানুমিনিয়াম পরমাণুসমূহ সহজে ভরাস্তরে বেড়ে পারে। এখন এর তর্কে— এই পরমাণুসমূহ ভরাস্তরে খলিত হয় কিভাবে— সমসে অথবা একাকী ?

খাছুতে সাধারণ অবস্থিতির উপস্থিতি অনামাত্ত কিয়। বর্ণায়—খাচুর সমন্বিততা ও সম্ভারগণনীয়তার ঘটে অস্বাভাবিক পরিবর্তন। তাহার সাধারণ পরিমাণ গড়ক যেনালে তাখা হয়ে যায় অত্যন্ত উজ্জ্বল। পরমৌলী (Foreign) পরমাণু উপস্থিত থেকে খলনতলে (Glide plane) খাতব পরমাণুর খলন-ক্রিয়ার বিষ বটায় এবং খাচু সহজতর হয়ে পড়ে। এথেকে অজ্ঞান করা অসম্ভব নাও হতে পারে যে, ভরাস্তরে খাচার সময় একটি পরমাণুই এক সময়ে খলিত হয়, পরমাণুসমূহ একযোগে একই সময়ে খলিত হয় না। তা যদি হতো, তবে সাধারণ পরিমাণ অবস্থিতির প্রভাবে খাচুর উজ্জ্বলতা এক অস্বাভাবিক বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হতো না।

পরিবাহিতা, অর্ধ-পরিবাহিতা (Semiconductivity) এবং অপরিবাহিতা শক্তিস্তরভেদে ধারণার দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়। প্রযুক্ত তড়িৎ-ক্ষেত্রের প্রভাবে ফটিক জাক্রিয় ভিতর দিয়ে ইলেকট্রনগুলি একটি নির্দিষ্ট দিকে চলে এবং তড়িৎ-পরিবাহিতা বর্ধিত বৃত্তমান হয় ইলেকট্রনের এই গতিশীলতার জন্তেই। পরিবাহী ও অপরিবাহী বস্তুবয়ের পার্থক্য এই যে, উভয়ে পরিবাহিতার জন্তে সমসংখ্যক পরিবাহক ইলেকট্রন পায় না। পরিবাহী বৌলের সর্বোচ্চ শক্তিস্তর-ভেদ ইলেকট্রনসমূহের দ্বারা আংশিক অবিকৃত এবং এই ভেদে অবিকৃত শক্তিস্তরগুলি আগেই ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে। অবিকৃত এবং অবিকৃত শক্তিস্তরগুলির মধ্যে শক্তির ব্যবধান কম হওয়ার উপরিতক ভেদে আখিতে অবিকৃত ভরসমূহের ইলেকট্রনগুলি অবিকৃত ভরগুলিতে

সহজে চলে আসে এবং এজন্তেই ফটিক জাক্রিয় ভিতর দিয়ে ইলেকট্রন-প্রবাহ হয়ে যায়। ইলেকট্রনসমূহের দ্বারা একটি ভেদে অবিকৃত শক্তিস্তর অবিকৃত থাকলে স্বতাবজ্ঞে পরিবহনের জন্তে ভেদে উপস্থিত ইলেকট্রনের সংখ্যার তুলনার কম সংখ্যক ইলেকট্রন পাওয়া যায়। খাচুর একক আয়তনে কম সংখ্যক ইলেকট্রন আছে, তার উপর খাচুর তড়িৎ-পরিবাহিতা নির্ভর করে না—করে বস সংখ্যক ইলেকট্রন কম শক্তি-বিশিষ্ট অবিকৃত ভরগুলি অবিকার করে নিতে পারে—তার উপর। এই ইলেকট্রন সংখ্যাকে বলা হয় কার্বকর ইলেকট্রন সংখ্যা (Effective electron number)। উদাহরণস্বরূপ বলা থাকে প্রথম বর্ণীয় তাখা, রূপা এবং পোনার কথা। এরা উত্তম তড়িৎ-পরিবাহী। কার্বন, এদের প্রথম শক্তিস্তরভেদে  $2N$  সংখ্যক ইলেকট্রনের উপস্থিতি সম্ভব হলেও আসলে উপস্থিত ইলেকট্রনের সংখ্যা  $N$  এবং এই সকল ইলেকট্রনই তড়িৎ-পরিবহনের জন্তে ব্যবহৃত হতে পারে। অপরপক্ষে কার্ব-বৃত্তিক খাচুসমূহ (Alkaline earth metals), লিথ (লতা), ক্যাডমিয়াম, মার্কাসি (পারদ) প্রথম শক্তিস্তরভেদে  $2N$  সংখ্যক ইলেকট্রন ধারণ করে এবং প্রথম শক্তিস্তরভেদে পূর্ণ করবার জন্তে ট্রিক  $2N$  সংখ্যক ইলেকট্রনেরই প্রয়োজন হয়। বেহেজু এই সকল খাচুও তড়িৎ-পরিবাহী, অতএব এরকম ধারণা করা অসম্ভব নয় যে, এই সকল খাচুতে প্রথম পূর্ণ ভেদে সমে দ্বিতীয় অপূর্ণ (Vacant) ভেদে পারস্পরিক আচ্ছাদন (Overlapping) ঘটেছে এবং প্রথম পূর্ণ ভেদে ইলেকট্রনসমূহ প্রযুক্ত তড়িৎ-ক্ষেত্রের প্রভাবে দ্বিতীয় অপূর্ণ ভেদে উঠে যায়। ফলে এই সকল খাচুতেও তড়িৎ-পরিবাহিতা বেধা যায়।

তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে পরিবাহী খাচুর তড়িৎ-পরিবাহিতা হ্রাসপ্রাপ্ত হয় কেন? পূক্ত পরম তাপমাত্রার ইলেকট্রনসমূহ কম শক্তিবিশিষ্ট



উপস্থিত পদার্থটির অধিকার করে থাকে এবং এতদ্বারা সৃষ্টি করে ইলেকট্রন থাকে। তাপশক্তি গ্রহণ করার ফলে এই ইলেকট্রনগুলি কিছু ইলেকট্রন একই তরঙ্গের অন্তর্ভুক্ত উচ্চতর শক্তিস্থিতিতে উত্তরিত হয়ে এবং অপর তরঙ্গের সংযোগ করে যায়। ইলেকট্রনগুলি উচ্চতর তরঙ্গশক্তিতে উত্তরিত আলোর কার্যকর ইলেকট্রনের সংখ্যাও হ্রাস পায়। সুতরাং তড়িৎ পরিবাহিতা হ্রাসপ্রাপ্ত হয়।

তড়িৎ-অপরিবাহিতা দেখা যায় কেন? কোন মৌলিক প্রথম শক্তিস্তরগুলি পূর্ণ অধিকৃত হয়ে গেলে এবং দ্বিতীয় অপর শক্তিস্তরগুলি থেকে শক্তি ব্যবহারের ক্ষমতা হ্রাস পায়। তড়িৎ-অপরিবাহিতা হয়। প্রথম তড়িৎ-কেন্দ্র একত্রিত প্রথম শক্তিস্তরগুলির ইলেকট্রনগুলিকে দ্বিতীয় শক্তিস্তরগুলিতে পৌঁছে দেবার উপযুক্ত শক্তি সরবরাহ করতে না পারার অপরিবাহিতা বস্তুসমূহে কোন দিকেই ইলেকট্রন-প্রবাহ সৃষ্টি করতে পারে না। উদাহরণস্বরূপ ধরা যাক—কার্বন, সিলিকন, জার্মেনিয়াম এবং গ্রে (Grey) টিনের কথা। এদের ক্ষেত্রের গঠন হীরক ক্ষেত্রের গঠনের মত। প্রথমতঃ সহযোজী বরণের আকর্ষণ এদের পরমাণুসমূহের কাছাকাছি থাকার কারণে হলেও উপস্থিত ব্যাধি এদের ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য। প্রতি পরমাণুতে প্রথম শক্তিস্তরগুলিতে দেখা যায় চারটি মাত্র ইলেকট্রন থাকতে পারে। দ্বিতীয় অপর শক্তিস্তরগুলির সঙ্গে প্রথম শক্তিস্তরগুলির বেশ ব্যবধান থাকায় এই সকল মৌল উচ্চ অপরিবাহী।

যে বস্তুতে পরিবাহিতা ও অপরিবাহিতা—উভয় বস্তুই কিছুটা বিদ্যমান, তাকেই বলা হয় অর্ধ-পরিবাহী। সাধারণতঃ এই সকল বস্তুতে প্রথম পূর্ণতরঙ্গের সঙ্গে

দ্বিতীয় অপরতরঙ্গের খুব কম শক্তির ব্যবধান থাকে। পূর্ণ পরমাণুসংখ্যার এদের বর্ষ অপরিবাহিতা, কিন্তু তাপশক্তি বাড়ানোর সঙ্গে সঙ্গে তাপশক্তি গ্রহণ করে প্রথম পূর্ণতরঙ্গের কিছু ইলেকট্রন বিকটবর্তী দ্বিতীয় অপরতরঙ্গে উত্তরিত হয়। এই যে ইলেকট্রন-গুলি তাপশক্তির দ্বারা দ্বিতীয় তরঙ্গের তরঙ্গশক্তিতে উত্তরিত হলো এদের দ্বারা উচ্চ পরিবাহী ইলেকট্রন বস্তুই। উত্তেজক শক্তি (Excitation energy) হ্রাসের এবং ইলেকট্রনসমূহ দু'ভাবে উত্তেজিত হতে পারে। এক—কম তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোর দ্বারা আলোকিত (Illuminated) করে, অর্থাৎ উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলো ব্যবহার করে ইলেকট্রন-গুলিকে উত্তেজিত করা যায় এবং এভাবে সৃষ্ট পরিবাহিতাকে বলা হয় আলোক-পরিবাহিতা (Photoconductivity)। দুই—তাপশক্তি বাড়ানোর সঙ্গে পরিবাহিতা বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হলে সেই পরিবাহিতাকে বলা হয় তাপীয় পরিবাহিতা। উত্তেজিত ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধি বাড়ে, ততট প্রবাহিত ইলেকট্রনের সংখ্যাও বাড়ে বলে এই বরণের পরিবাহিতা দেখা যায়। প্রায়াক্টাইট এই বরণের তড়িৎ-পরিবাহী।

বাঁজুর ক্ষেত্রে চলমান ইলেকট্রনের অন্তর্গত বাঁজুর বৈশিষ্ট্যগুলি দেখা যায়। বাঁজুরে ইলেকট্রনের অবস্থা বোঝাতে গেলে বলতে হয় যে, বাঁজুর ক্ষেত্রিক আলো একতরঙ্গ বস্তুতে বাঁজুর আলোর সমষ্টি এবং এই আলোকতরঙ্গ প্রাথমিক বোঝা ইলেকট্রনসমূহে বিচ্ছিন্ন। বাঁজুর এই ইলেকট্রন সমূহই বাঁজুর আকর্ষণের কারণে বটে। বটেই, উপস্থিত অসুস্থ যারিক, বৈজ্ঞানিক এবং তাপীয় বর্ধমানের উৎসও বটে।



## বার্ধক্য কেন আসে ?

অপসকুমার রায়চৌধুরী

যেদী দিন বেঁচে থেকে বার্ধক্যকে এড়িয়ে যাওয়া যায়বে জীবনে চিরতন আকাঙ্ক্ষা। যুগ্ম পুরাকাল থেকে আরম্ভ করে আজ পর্যন্ত বহু কাহিনীতে মানুষের এই আকাঙ্ক্ষার কথা এতিনকিত হয়েছে। কেন এবং কেনভাবে বার্ধক্য আসে, কিতাবে তাকে বিনবিত বা পুরাপুরি আইকে দেওয়া যায় ইত্যাদি বিবর নিয়ে যে পাৰা আলোচনার ব্যাপ্ত, তাকে বলা হয় Gerontology (Geron=বৃদ্ধ ; ) বাংলায় এর নাম করতে পারি বার্ধক্য-বিজ্ঞান। বার্ধক্য-বিজ্ঞানের কয়েকটি বিভাগ আছে :— প্রথম বিভাগের আলোচনার বিবর বার্ধক্য-জনিত শারীরিক পরিবর্তন নিয়ে, দ্বিতীয় বিভাগে বার্ধক্যজনিত রোগ নিয়ে গবেষণা হয় এবং তৃতীয় বিভাগের আলোচ্য বিবর বার্ধক্যজনিত সামাজিক সমস্যা। এখানে আলোচনা প্রদানতঃ প্রথম বিভাগেই সীমাবদ্ধ রাখবো।

লক্ষ্য করলে দেখা যাবে, প্রায় প্রতিটি মানুষের জীবনে 25 বছর বয়স পর্যন্ত সাধারণতঃ শরীরের বৃদ্ধি ঘটে। এই সময়ের মধ্যে শরীরে অবস্থিত সমস্ত এত্যাক্ষের কর্মকমতা বাড়তে থাকে। 25 থেকে 35 বছর বয়স পর্যন্ত কর্মকমতা এবং শারীরিক বৃদ্ধি একটা নির্দিষ্ট তরে দ্বিভিত্বীন থাকে ; 35 বছরের পর থেকে সমস্ত এত্যাক্ষ-গুলির কর্মকমতা একটু একটু করে কমেতে থাকে অর্থাৎ বার্ধক্য শরীরকে একটু একটু করে দবল করতে থাকে। সুতরাং বার্ধক্যকে বলতে পারি জীবনের একটা অধ্যায়, যখন শরীরে এত্যাক্ষগুলির কর্মকমতা একটু একটু

করে কমেতে কমেতে বৃত্তান্তে এসে পুতে পরিণত হয়।

কিন্ত বার্ধক্য কেন আসে ? শরীরের মধ্যে কোন্ ঘটনা জীবনে বার্ধক্যের সূত্রপাত ঘটায় ? হাতী এবং ইহুর উভয়ে বেকসভী প্রেক্ষিত হলেও প্রথমটির গড়-আয়ু 100 বছর অবচ অপেক্ষা গড়-আয়ু মাত্র 2½ বছর কেন ? এই সব প্রশ্নের উত্তর সম্পর্কে বিভিন্ন বিজ্ঞানীর গবেষণার কিছু কথা উল্লেখ করছি।

বিজ্ঞানী Szilard 1959 সালে এই মতবাদ প্রচার করেন যে, অজস্র জিন-মিউটেশনের (Gene mutation) ঘটনাই বার্ধক্য আগমনের জ্ঞে দায়ী। জিন-মিউটেশনের পরিমাণ বাড়তে বাড়তে যখন তা নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করে, তখনই শরীর একটু একটু করে বার্ধক্যের আক্রমণে আক্রান্ত হতে থাকে। এই মতবাদের উপর ভিত্তি করে 1961 সালে Curtiss কতকগুলি ইহুর নিয়ে পরীক্ষা শুরু করেন। তিনি মজেন রশ্মির সাহায্যে শরীরে কৃত্রিম মিউটেশন ঘটান এবং লক্ষ্য করে দেখেন যে এই ইহুরগুলির গড় আয়ু অত্যন্ত কম ইহুর থেকে বেশ কিছুটা কমে গেছে। তন্মু তাই নয়, যে ইহুরের শরীরে মিউটেশনের পরিমাণ বড় বেশী, সেই ইহুরের আয়ু তত কম। এখানে একটা বিবর উল্লেখের প্রয়োজন যে, রাসায়নিক দ্রব্যের সাহায্যে যখন ইহুরের শরীরে মিউটেশন ঘটানো হয়, তখন কিছু মিউটেশনের পরিমাণ এবং গড়-আয়ু মধ্যে কোন রকম সমতা থাকে না।

Szilard-এর মতবাদে একথা কিছু পরিষ্কার ভাবে কলা হয় নি যে কেনব করে শরীরের সামাজিক



কোনগুলির মধ্যে মিউটেশনের পরিমাণ বাড়তে থাকে এবং কেনই বা একই প্রকৃতির হরেক বিভিন্ন প্রাণীর গড়-আয়ু বিভিন্ন হয়। Orgel ১৯৬৩ সালে বলেন যে, পশুরে সাধারণতঃ দু-বয়সের প্রোটিন তৈরি হয়; এক বয়সের প্রোটিনের সাহায্যে পশুর গঠিত হয় এবং পশুরের জৈব ক্রিয়াগুলি চলে। অপর বয়সের প্রোটিনের সাহায্যে নতুন নতুন উৎপন্ন কোষ-গুলির জিন গঠিত হয়। এই দ্বিতীয় বয়সের প্রোটিনের গঠনে যদি কোন কারণে কোন রকম কষ্ট ঘটে, তবেই জিন-মিউটেশন ঘটে। ব্যাপারটা আর একটু ব্যাখ্যা করে বলছি। যদি কোষের মধ্যে তুল RNA-পরিমাণের একজাইন গঠিত হয়, তবে তা তুল m-RNA, r-RNA এবং t-RNA গঠন করে এবং অবশেষে একটা তুল জিন তৈরি হয়। এই ক্রটিপূর্ণ জিন আবার নতুন নতুন ক্রটিযুক্ত জিন তৈরি করতে থাকে, আর এভাবেই পশুরে মিউটেশনের পরিমাণ বাড়তে থাকে।

Harman-এর মতন্য অজবাবী প্রাণী-কোষে বয়স বাড়বার সঙ্গে বোজোড় ইলেকট্রনওয়ালা মুক্ত-মূলকের (Unpaired free radical) পরিমাণ বাড়তে থাকে এবং তা কেন্দ্রীভূত হতে থাকে। বিজ্ঞানী Harman পরীক্ষা করে দেখিয়েছেন যে, ইহুরকে 2-mercaptoethylamine এবং 2,6-di-tert-butylthylhydroxytoluene (যা মুক্ত-মূলকে দূরীভূত করে) বাতরালে ইহুরের গড়-আয়ু পড়করা ৩০-৪০ ভাগ বেড়ে যায়। অপর দিকে যখন তিনি অ্যামিনো: অ্যাসিড tyrosine-সমৃদ্ধ খাবার বাতরান (tyrosine সহজে কোষের মধ্যে মুক্ত মূলকের পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়), তখন ইহুরের গড়-আয়ু উল্লেখ-যোগ্যভাবে কমে যায়।

বিজ্ঞানী Burnet-এর মতে, স্ব-অনাক্রম্যতাই (Autoimmunity) বার্ভিক্য আসার অন্যতম

প্রধান কারণ। বয়স বাড়বার সঙ্গে সঙ্গে পারীক্ষিক মিউটেশনের কলে (Somatic mutation) উদ্ভূত লিম্ফোসাইট থেকে উৎপন্ন অ্যান্টিবডিগুলি ঐ পশুরেরই প্রোটিনকে আক্রমণ করে আর এর ফলেই জীবনে বার্ভিক্যের সূত্রপাত ঘটে। আরো লক্ষ্য করে দেখা গেছে—বয়স বাড়বার সঙ্গে সঙ্গে অ্যান্টিবডি তৈরির কমে যাওয়া। এই অজুতই বৃদ্ধ ব্যক্তিগণ সাধারণতঃ সুবন্ধের চেয়ে তাইরালের আক্রমণে সহজেই কান্না হয়ে পড়েন।

১৯৬৯ সালের অগাস্ট মাসে ওরানিওনে অনুষ্ঠিত আন্তর্জাতিক বার্ভিক্য বিজ্ঞান কংগ্রেসে (International Congress of Gerontology) ভারতীয় বিজ্ঞানী ডক্টর এম. এস. কাক্সমণ্ডো বলেন যে, জিনের কর্মক্ষমতার নিয়ন্ত্রিত পরিবর্তনের ফলেই পশুরে বার্ভিক্যের আগমন ঘটে। জিনের কর্মক্ষমতা প্রকাশ পায় সাধারণতঃ বিভিন্ন এন-জাইমের মাধ্যমে। পশুরের গঠন এবং বৃদ্ধির বিভিন্ন সময়ে পশুরে বিভিন্ন এনজাইম দেখা দেয়। আবার জীবনের বিভিন্ন সময়ে উদ্ভূত বিভিন্ন বয়সের প্রোটিন জিনের কাজকর্মকে উদ্দীপিত করে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, যাইবের জীবনে জ্ঞান অবস্থার যে হিমোগ্লোবিন দেখা দেয়, তার নাম HbF, (HbF, 2৬-২৭ সাব ইউনিটের দ্বারা গঠিত)। জন্মের পর ৭-সাবইউনিট আর তৈরি হয় না, তার জায়গায়  $\beta$ -সাবইউনিট। এই হিমোগ্লোবিনকে বলা হয় HbA। ঠিক এই বয়সের আরো কিছু প্রোটিনের পরিবর্তনের ফলেই জিনের কাজকর্মও পরিবর্তিত হয়।

বার্ভিক্য আসবার সঙ্গে সঙ্গে পশুরের মধ্যে এনজাইমযুক্ত নানা রকম পরিবর্তন ঘটে। বিভিন্ন বিজ্ঞানী কিছু কিছু কাজ করেছেন, তবুও এসবকে জানা গেছে খুবই সীমিত। খুবই সীমিত সংখ্যক এনজাইম নিয়ে আজ



পর্বত কাজ হয়েছে। এদের মধ্যে বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য lactic dehydrogenase (LDH)। এছাড়া cholinestrace (ChE) নিয়েও কিছু কাজ হয়েছে। ChE শরীরের কোন এক অংশের অঙ্গকৃতিকে একটি স্নায়ুকের থেকে অপর স্নায়ু-কোষে চালান করতে সাহায্য করে। এই কাজকে serotonin এবং epinephrine ভালভাবে করতে বাধা দেয়, আবার  $\alpha$ -amino-butyric অ্যাসিড সাহায্য করে। লক্ষ্য করে দেখা গেছে, বয়স্ক ইঁদুরের ChE-এর কাজকে সাহায্যকারী পদার্থের পরিমাণ উল্লেখযোগ্যভাবে কম থাকে। বিজ্ঞানী A. E. Mirsky সাম্প্রতিক-কালে একটি পরীক্ষা করে দেখিয়েছেন যে, বয়স্ক এবং যুবক উভয় ইঁদুরের ক্ষেত্রেই tyrosine aminotransferase (TAT) এনজাইমের পরিমাণ শরীরে বাড়তে থাকে, যদি তাকে খুব অল্প উত্তাপ (10°C) খুব অল্প সময়ের জন্যে উত্তপিত করা যায়। কিন্তু উত্তপিত বয়স্কদের, যুবকদের চেয়ে

কিছুটা বেশী সময় লাগে। যদিও একবার উত্তপিত হয়ে গেলে উভয়ের শরীরেই সমপরিমাণ TAT তৈরি হতে থাকে। Arginase, malate dehydrogenase ইত্যাদি এনজাইম নিয়েও কিছু কিছু কাজ হয়েছে। বিজ্ঞানীরা প্রদানতঃ এটাই লক্ষ্য করেন যে, বিভিন্ন এনজাইমের পরিমাণ বয়স বাড়বার সঙ্গে সঙ্গে বাড়তে থাকে, না কমেতে থাকে, তবেই বাতাবিক কাজকর্ম কোন কারণে বাধাগ্রস্ত হয় কিনা ইত্যাদি।

আধুনিক জীতিতে বার্ষিক নিয়ে গবেষণা শুরু হয়েছে খুব বেশী দিন নয়; কিন্তু প্রাচীন কালেও যে বার্ষিক নিয়ে কিছু গবেষণা হয়েছে, তার কিছু কিছু প্রমাণ হাড়িয়ে আছে প্রাচীন গ্রন্থাদিতে। যদিও বার্ষিক সম্বন্ধে এখনো পর্বত আশ্রয় জেনেছি খুবই অল্প, তবুও আশা করতে পারি, এমন দিন খুব দূরে নয়—যখন বার্ষিক বাহুরের জীবনে কোন সমস্যা হবে দাঁড়াবে না।

## অপারেশন

### রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর\*

আমি বাহুরের শরীরে অপারেশন বা অস্ত্রোপচারের কথাই বলছি। অবিকার্য লোকেরই অপারেশনের নাম তুলে মনে ভয় হয়—যদি জ্ঞান না কিয়, যদি প্রচণ্ড ব্যথা লাগে, যদি বুকটা খটে। অবশ্য তরুণাবয়ব যে একদম কোন কারণ নেই তা নয়, বাহুরের বুক অতি সাধারণ কারণেও খটে যেতে পারে, বা অবিকার্য কেনে বুকটা খটায় না। আবার সাধারণ একটা ইন্ডেক্সন দেবার সঙ্গে সঙ্গেই বুকটা খটে—অবশ্য এটা নিত্যকার এনজাইমের

রিয়াকশনের জন্যে। অপারেশনের নাম তুলেই সাধারণতঃ যে ছবিটি সকলের মনে আসে—মনে কক্ষন নিজের ক্ষেত্র—আঁখি-খুব, আঁখি-আঁখি অবস্থার হালপাতার কেউ আঁখিকে ইঙ্গিত করে তৈলে নিয়ে বাছে—আঁখির অপারেশন হবে। তারপরে একটা কাঁচের বরজাখু ঠাণ্ডা করে আঁখিকে নিয়ে বাছে—আপেশনে ব্যস্ত ভাঙার, নার্সেরা খুবে ব্যস্ত পরে খুবে—তারপরে আঁখিকে বরে অপারেশন টেবিলের উপরে ভেঁরে দিচ্ছে—

\* বি. আর. সিং হাসপাতাল, পূর্ব বেঙ্গল, শিৱালি, কলিকাতা-14



কে একজন ঐ রকম বাঁক-পরা আবার হাতের  
গলে কি একটা ইনজেকশন দিচ্ছে—আঃ কি  
দুঃ পাচ্ছে—না, আর কেনে বাঁকতে পারছি  
না। লোকটা আবারে ভ্রমতে বলছে—এক দুই  
তিন বলে, আর ভো পারছি না—একটু ঘুমিয়ে  
নিই—সব চেতনা আবার কোথায় যেন চলে  
যাচ্ছে—আমি আর কিছু বুঝতে পারছি না,  
আমি ঘুমিয়ে পড়েছি—হঁ। আমি ঘুমিয়ে পড়েছি—  
তাইতো জানলাম কখন? একি, আবার একটু  
বাঁধা লাগছে কেন? হাতে আবার কি দিচ্ছে  
হুঁচ ফুটিয়ে? তবে কি আবার অপারেশন  
হয়ে গেছে—কাউকে কি জিজ্ঞাসা করবো?  
না জিজ্ঞাসা করার দরকার নেই। এই তো,  
এই জায়গায় অপারেশন করার কথা ছিল—  
সব ব্যাণ্ডেজ বাঁধা—অপারেশন হয়ে গেছে।

পরীক্ষার তিনতরে বা বাইরে কিছু কাটা-  
ফুটকে অপারেশন বলে; অবশ্য তাই বলে  
চল কাটা বা বাঁড়তি সব কাটাকে অপারেশনের  
আওতার আনলে হাতকর হবে। আবিষ্কার  
পরীয়ে এই চল ও নথের ভগা বাঁধ দিয়ে  
সব জায়গাতেই বাঁধ বা মার্চ ছড়ানো আছে—  
আর এই বাঁধর ভেতরেই আবার বাঁধা অস্ত্রের কবি  
—এই বাঁধগুলি সাঁধা সূচ হুতা থেকে আরম্ভ  
করে প্রায় বারকেনের দড়ির মত বোটা দেখতে।  
কেউ হয়তো হানি-ঠাটা করতে হঠাৎ একটা  
আলমিন পরীয়ের কোন জায়গায় ফুটিয়ে বিন—  
অবশি ঐ কোটাটার বাঁধার অস্ত্রেরটা এই  
জানু দিয়ে আবিষ্কার মস্তিক বা ব্রেনের বিশেষ  
একটা জায়গায় এসে পৌঁছানো—এখানে কেবিন-  
ব্যান মস্তিক অবশি হকুম করলো—বে লোকটা  
গায়ে পিন ফুটিয়ে দিয়েছে, তাকে একটা চক  
বার। এই আবেশটা আবার ভাব হাতে ঐ  
জানু দিয়ে এসে পৌঁছয়, আর অবশি আবার  
ভাব হাত তকে একটা চক বারে। তাহলে  
দেখা যাচ্ছে—একটা পিন কোটালৈই বরন এক

কাণ্ড, বামিকটা দুই দিবে কেটে বিনে বা আনি  
ঐ কেবিনব্যান অর্থাৎ মস্তিক বোঁধ হয় লোকটাকে  
যেহেই কেনেতে বলবে। তবে অনেক সময়ে  
আবার আবিষ্কার সন্তুত সহ করে নিই বাঁধাটা,  
নিজেরের আবেশের তালর জতে।

এই সব কথাগুলি বলছিলাম এই জতে  
বে, বাঁধা বহু না করতে পাঠলে  
অপারেশন করাটা কি ভাভার, কি কই উভয়ের  
পক্ষেই কঠোর। অবশ্য তবোধি, বেসবেরিজন  
বা সন্দোহনের দ্বারা আগে অনেক দুঃস্থ অপারেশন  
করা সম্ভব হয়েছিল—বোঁধ হয় এই বিভাটা লোপ  
পেয়েছে বর্তমানে অজান করার বিভাটা  
ভালভাবে আরম্ভ করার কলেই। চীনরা নাকি  
পরীয়ে প্রায় হয় শত জায়গা খুঁজে পেয়েছে,  
বেখানে হুঁচ কোটালে পরীয়ের এক একটা  
বিশেষ বিশেষ অংশ অবশ্য হয়ে যায়। অতি  
প্রাচীনকালে ঐই চীনদেশেই, বাঁধার দুঃস্থের  
বা বিয়ে অজান করে অপারেশন করতো—তবে  
বহু কেনে বোঁধ হয় বাঁধার আবিষ্কার কলেই  
রোগীরা মারা যেত। বর্তমানে এই অজান  
করবার বিভাটার এক উন্নতি হয়েছিল যে, পলা  
চিকিৎসকগণ নির্ভাবনার তাদের রোগীর উপর  
অপারেশন বিয়েটাবে বটায় পর বটা বরে  
অপারেশন করে যেতে পারেন। কোন অপা-  
রেশন করার আগে চিকিৎসকগণ আগে দ্বিধ  
করে বেন—কি রোগ, কি রকম অপারেশন,  
কোথায় করতে হবে, রোগীকে অজান করা বাঁধে  
তিনা। তারপরে দ্বিধ করেন—কি রকম অজান  
করতে হবে, বানে পুরা অজান করতে হবে,  
বা পরীয়ের একটা বিশেষ অংশ অসাড় করলেই  
চলে যাবে। পরীয়ের কোন জায়গায় ছোট  
কোড়া হয়েছে—সে কেনে পুরা বাহিরটিকে অজান  
করবার কোন দরকার নেই—বাঁধাত একটু  
কাটা দরকার পুঁজটা বের করার জতে—প্রত্যেক  
লোকেরই বামিকটা বাঁধা সহ করার শক্তি



আছে, স্নায়ুত ব্যথা নিয়ে পূঁজটা বের করে দেওয়া সম্ভব। ইথাইল ক্লোরাইড নামক একটি গন্ধুর বা ঘো করলে ঠাণ্ডার কলমে কোড়া ও তার আশেপাশের জায়গা অসাড় হয়ে যায়—তখন স্নায়ুত কেটে দিলে টের পাওয়া যায় না। পূঁজটা বের হয়ে যায়। একে সারকেন্স অ্যানাথেসিয়া (Surface anaesthesia) বলে। অনেক জায়গায় এমন কোড়া হতে পারে যেখানে এই রকম অ্যানাথেসিয়ার অপারেশন করা যায় না, কারণ রোগীকে একঘন ব্যথা না দিয়ে ভালভাবে বেশী সময় নিয়ে অপারেশন করবার জন্যে রোগীকে সে ক্ষেত্রে পুরা অজ্ঞান করা দরকার হয়ে পড়ে। তাছাড়া যে সব ডাক্তারি শরীরের সর্বত্র ক্ষতিয়ে আছে—যা লাগলো কি না তা জানিয়ে দেবে। তাদের কোন রকমে বশ করতে পারলে কিংবা অনেক ক্ষেত্রে কার্ভাসিডি করা যায়। যেমন—কোন হাতে অপারেশন করতে চাই—সে ক্ষেত্রে বাহুবটাকে পুরা অজ্ঞান না করেই অপারেশন করা যেতে পারে। ঐ হাতে যে ডাক্তারি আছে, সেগুলিকে ইথেরজীতে ত্রেকিয়ার প্রেক্সাস বলে, ট্রিক কর্তৃক উপরে থাকে—ইখানে ইন্জেকশন করে ট্রিকমত ঐ প্রেক্সাসে আইলোকেন বা ঐ জাতীয় গন্ধুর দিতে পারলে পুরা হাতটা অবশ হয়ে বাবে। তখন হাতে পিন কোটামেও ব্যথা অনুভব করা বাবে না। এই অবস্থায় ঐ হাতে আর সময়ের মধ্যে কোন অপারেশন সেরে নেয়া যেতে পারে। একে হান্ড বা মার্ভ রক করে অপারেশন করা বলে। অতঃপর এবার মার্ভ রক বা করে আরও ছোটখাটো ডাক্তারি ঐ গন্ধুর ইন্জেকশন করে অপারেশন করা যেতে পারে—যে ডাক্তারি অপারেশন করা দরকার, ডাক্তারি যেখানে আরও তাইই দু-পাশে মার্ভ রক করলে ঐ ডাক্তারি অবশ হয়ে বাবে। অনেক অপারেশন শরীরের একটা অঙ্গ বা অংশ অবশ

করে কাজ সেরে নেওয়া হয়। একেই রোগীকে কিংবা পূঁজ চেতনা থাকে। ইচ্ছা করলে তার শরীরের অপারেশন সে যেখানে পারে, কিংবা সাধারণতঃ তা যেখানে দেওয়া হয় না। তার চোখটা ঢেকে দেওয়া হয়, তবে কানে যন্ত্রপাতির আওয়াজ তো বন্ধ করা যায় না। এই আইলোকেন বা ঐ জাতীয় গন্ধুর সত্যই অপূর্ণ। একটা ইন্জেকশনের পূঁচ কোটাতে বা কট আর গন্ধুরটা বসন প্রবেশ করানো হয়, তখন বা একটু ব্যথা লাগে—তারপরেই যিনিট বারেকের মধ্যেই অস্ত্রোপচার করা যায়। পুরা জ্ঞান রেখে শরীরের বীচের অংশ অসাড় করেও ঐ অংশে অপারেশন করা যায়, আইসাল অ্যানাথেসিয়া দিয়ে। এতে যেহেতুও বীচের অংশে ইন্জেকশন দেবার প্রয়োজন হয়। আবার গায়গা—সকলেই চায়, একটুকুও লাগবে না, কিংবা অপারেশন হয়ে বাবে। কচিং এর ব্যক্তিগত বেবেছি কিছু শক্ত ও সাহসী লোকের ক্ষেত্রে। তারা অবলীলাক্রমে তাদের শরীরে ছুরি কাঁচি বা পুঁচের কাজ করতে দেয়।

তবে একথা ট্রিক, পুরা অজ্ঞান করে অপারেশনে যেমন রোগীর দিকে ছবিবা, যিনি অপারেশন করবেন তাঁরও অনেক ছবিবা, বেটুই বাবেলা, অ্যানাথেসিষ্টের (Anaesthetist)। তাঁকেই অজ্ঞান করে অপারেশন শেষ না হওয়া পর্যন্ত রাখতে হবে এবং এ ব্যাপারে পুরা দায়িত্ব তাঁর। সার্জনের ছবিবা, রোগী টেঁচেছে না, শক্ত নিশ্চয় পরিবেশে যন দিয়ে ভাল করে অপারেশন করতে পারছেন। আবার যেন হয়, ছোট ছেলেরেরে বাব দিলে ছোটখাটো অপারেশন লোকাল অ্যানাথেসিয়া দিয়ে করতে সাধারণের যেন বিশেষ ভয় হয় না। কিংবা কখনই কেউ জানতে পারেন, তার বড় অপারেশন হবে, সম্পূর্ণ অজ্ঞান করে হবে, তখনই তার যেন ভয় দেখা দেয়।



যেব হর বনে আসে, আবার যদি আর জ্ঞান না কিয়ে, যদিও বা বেঁচে বাই, অত্যানি কাটবার পরে যেসে উঠে যদি এতও বাধা হয়, যদি অপারেশন ভাল না হয়, সারথো তো আমি। নত্যা কথা বলতে কি, অনেক কেরে অপারেশনের পরে কতটা ভাল হয়ে—এই এর সার্জনের বনেও আসে।

পুরা অজ্ঞান করে কাটকে অপারেশন করা বাবে কিমা, এটা বেবে নেবার দারিহ আনায়েটিষ্ট ও সার্জনেরও। সে কেরে রোগ অহুয়ারী বিভিন্ন রকম পরীকার বকোবত আছে। যদি সেসব পরীকা অহুয়ারী বেধা বার যে, তাকে অজ্ঞান করলে, তখন বা পরে কোন ক্ষতি হবে না, সে কেরেই পুরা অজ্ঞান করে অপারেশন করা হয়। অপারেশন করথো ছির

করনাং আর তখনি বেশিবে চাপিয়ে অজ্ঞান করে অপারেশন করনাং—সাবাকলতা তা করা হয় না কেরেটি কেন্দ্র ছাড়া, যেখন—অকরী অপারেশন না করলে যোগী দাবা দাবে।

এখবেই পুরা অজ্ঞান হয়ে বাবার ছবিটা লিখেছি। অবিকাংপে কেরেই আগে থেকে ইন-জেকশন দিয়ে ঐয় খুব পাড়িয়ে দেওয়া হয়—এই অর্ধখুবত অবস্থায় একটা অকৃত অহুত্ব হয়—কখন ইনি ঠেলে নিয়ে বাচ্ছে, কখন একজন দাক-পড়া তরলোক কি ইনজেকশন করছে, কখন ওপতে বগছে, কখন খুঁধিয়ে পড়েছি। অপারেশনের পরে এতলি একটা আব্ধা ছবির দত তালে, কিন্তু বনে গেঁথে থাকে, হাসিমুখে রোগ দারিয়ে বাকী চলে বাবার পরেও।

## চিঠি-পত্র

### ইংরেজী শিক্ষার প্রয়োজনীয়তা

বহাণয়,

দেশে থাকাকালীন বিজ্ঞান পরিষদের একজন উৎসাহী কর্মী ছিলাম। এখন দেশ থেকে অনেক দূরে। কিন্তু মাতৃভাষার মাধ্যমই যে বিজ্ঞানশিক্ষার সহজতম উপায়—সে বিষয়ে সম্পূর্ণ একমত। তবে সঙ্গে সঙ্গে উচ্চাশঙ্কার কেন্দ্রে ইংরেজীর তখন যে কতখানি, সে সম্বন্ধে কিছু ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতার কথা 'জ্ঞান ও বিজ্ঞানের পাঠক'ের কাছে পরিবেশন করতে চাই।

আমাদের দেশে এখনও ইংরেজী ভাষা সর্বক্ষেত্রে এখনভাবে জড়িয়ে আছে যে, ইংরেজী সম্পূর্ণ হুলে নিলে যে কি অবস্থা হবে, তা আমরা দেশে থেকে কল্পনা করতে পারি না।

আমি বর্তমান যে দেশে (স্বেনিল) আছি, সেখানে ইংরেজী কেউ জানে না বললেই চলে—সর্বোচ্চ স্তর পর্যন্ত শিক্ষার মাধ্যম পছন্দীজ। কলে স্নাতকোত্তর স্তরে এসে ছাত্র-ছাত্রীদের দুরবস্থা বেবে শক্তিত হই। বই সবই ইংরেজীতে, ডটরেটের জন্তে বায়া কাজ করছে, তাদের যে সব গবেষণা-পত্রিকা পড়তে হয় বা নিজেদের গবেষণা-পত্র লিখতে হয়, তা সবই ইংরেজীতে। ছেলে-মেয়েরা অভিযান নিয়ে বলে একটা একটা পদ বেবে অহুগাব করছে। কলে একটা অব্যায় না একটা প্রথকের পাঠোক্তার করতে তাদের মানসিককাল সময় মেলে বাচ্ছে। আমরা বায়া কিছু বিবেচী অব্যাপক এখানে আছি—আমরা কখন ক্রাসে



ইংরেজীতে বক্তৃতা দিই—ছেন-মেরেনের দু'বছর বিকে জাকিরে বৃত্তে পারি—তারা কিছুই বৃত্তে পারছে না। এসবই ইংরেজী না দেখবার ফল।

একথা যেমন নিতেই হবে যে, ইংরেজী এখনও আভিজাতিক ভাষা এবং গবেষণার ক্ষেত্রে এসে ইংরেজী না জানলে উপায় নেই। তবে যদি এমন ব্যবস্থা আঁচনা করতে পারি যে, ভাল ভাল বই ও গবেষণা-পত্রিকা একাধিত হবার সঙ্গে সঙ্গে তা বাংলায় অনূদিত করে দেয়া হবে এবং আশা করি গবেষণা-পত্রও এভাবে বাংলায় ও

পরে ইংরেজীতে অনুবাদ একাধিত হবে—তাহলে অবশ্য সবজ্ঞান অনেক সহ্যমান হতে পারে। কোন কোন উন্নত দেশে এই ব্যবস্থা চালু করা হয়েছে ও হচ্ছে। অনুবাদের ব্যবস্থা সেখানে নেই, সেখানে ইংরেজী জানতেই হবে। তা না হলে বহির্ভাগের সঙ্গে যোগাযোগ রক্ষা করা যাবে না—বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে অনেক পিছিয়ে পড়তে হবে।

দীপক বসু

Radio Astronomy Section, Mackenzie  
University, Sao Paulo, Brazil

### পারস্পিকতার পরীক্ষা

সহায়,

আমি কর বছর বাঁচ আপনাদের একাধিত 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার গ্রাহক। আপনাদের 'পারস্পিকতার পরীক্ষা' শিরক বিভাগটি হাজারে নিকট চিত্তাকর্ষক। কিন্তু ছাংয়ের বিবরণ গত মার্চ সংখ্যায় (1973) উক্ত বিভাগের 3নং (ক)-এর অংশের সহায়নটি কি করলেন—বৃত্তেই পারলাম না। এর উত্তর 2 (ছই)

$$S = \frac{1 - \left(1 - \frac{1}{2^n}\right)}{1 - \frac{1}{2}} = \frac{1 - \frac{1}{2^n}}{\frac{1}{2}} = 2 \left(1 - \frac{1}{2^n}\right) = 2 - \frac{1}{2^{n-1}}$$

যে কোন পরসংখ্যায় যোগকলের ক্ষেত্রে এটি প্রযোজ্য। অতএব আমি বৃত্তে পারছি না অনুবাদ ও অনুবাদবাহুর কেন এ তুল হলো। আশা করি আগামী সংখ্যায় এটি সংশোধিত হবে।

ইতি

শ্রীমূলকুমার মল্লিক

হকিম বাংলা কে. ইউ. ইনস্টিটিউশন

ডাকঘর: কুড়মা-কলিপুর। 24-পরগণা

[ শ্রীমূলকুমার মল্লিক ও শ্রীমূলকুমার বসু

জানাতেন যে, অক্টোবর উত্তর ঠিকই দেওয়া

হতেই পারে না। উত্তর  $2 - \frac{1}{2^{n-1}}$  হবে; কারণ:  $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots$  অসীম সংখ্যায়। এটি একটি ভগ্নাত্মীয় শ্রেণীকৃত (G.P), যার প্রথম পদ=1, সাধারণ অনুপাত  $\frac{1}{2}$  এবং যদি পরসংখ্যা অসীম বা  $n$  বরা হয়, তাহলে  $S = \frac{a(1-r^n)}{1-r}$ । এই দূর থেকে পাওয়া যায় —

হয়েছে। শ্রীমূলকুমার যেভাবে একটি কয়েছেন, তাতেও তিনি আর এক বাপ এগিয়ে গেলেই সঠিক উত্তর পেতেন। তাঁর সহায়ন হলো  $S = 2 - 1/(2^n - 1)$ । এখানে  $n = \infty$  বসালে  $1/(2^\infty - 1) = 0$  হয়ে যায়। অতএব  $S = 2$  হবে।

শ্রীমূলকুমার যে নিবেছেন '...যদি পরসংখ্যা অসীম বা  $n$  বরা হয়...'। এই অংশটিকে ভুলভাবে লিখলে হবে, '...যদি পরসংখ্যা  $n$  বরা হয়...'। এসময়: উল্লেখযোগ্য যে, কোন অসীম ভগ্নাত্মীয় শ্রেণী অভিসারী হলে তার সমষ্টি হয়  $S = a/(1-r)$ । ]



# বায়ু দূষিতকরণ

বলাই হুগু

বিজ্ঞানের উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে বাত্মন্যে হ্রব-  
বাত্মন্য অনেক বৃদ্ধি পাইয়াছে ঠিকই, কিন্তু  
সেই সঙ্গে আদর্য যে বাত্মন্যে বস করিতেছি,  
তাহার অবস্থা শোচনীয় হইয়া উঠিয়াছে। বাত্ম  
কমে কমে দূষিত হইতেছে এবং প্রাণী ও  
উদ্ভিদের নানা রকমের কতিসারণে অগ্রসর  
হইতেছে। কি কি কারণে বাত্ম বিবাক্ত হইতেছে,  
তাহা বোটাটুকাবে আলোচনা করা যাক।  
বিবিধ কারণে বাত্মনের বিকৃততা নষ্ট হইতেছে,  
তাহার মধ্যে প্রধান কারণগুলি হইল—(১) পৃথিবীর  
জনসংখ্যা বৃদ্ধি ও উদ্ভিদের সংখ্যা হ্রাস, (২) দেশে  
দেশে কলকারখানা বৃদ্ধি, (৩) আলানী হিসাবে  
গ্যাসোলিনের ব্যবহার বৃদ্ধি এবং (৪) পারমাণবিক,  
হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন বোমার বিস্ফোরণ

বাত্মর বাসপ্রস্থানের কাজে অক্সিজেন গ্রহণ  
করে এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড ত্যাগ করে।  
উদ্ভিদ আবার কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করিয়া  
ত্বরণশি, ক্লোরোফিল ও জলের সাহায্যে কার্বো-  
হাইড্রেট প্রস্তুত করে এবং অক্সিজেন ত্যাগ  
করে। উদ্ভিদের সংখ্যা ক্রমশঃ হ্রাস পাওয়ার  
বাত্মর যে পরিমাণ অক্সিজেন গ্রহণ করে,  
বাত্মস সেই পরিমাণ অক্সিজেন উদ্ভিদ হইতে  
সংগ্রহ করিতে পারিতেছে না। ফলে বাত্মসে  
অক্সিজেনের পরিমাণ ধীরে ধীরে হ্রাস পাউতেছে  
এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ বৃদ্ধি  
পাইতেছে, বাত্ম প্রাণীদের জীবনধারণের পক্ষে  
প্রতিকূল অবস্থার সৃষ্টি করিতেছে। বাত্মনের  
সাহায্যে কোব কোব জারণার জ্বলন সীক  
করিবার পদ্ধতি অবলম্বন এবং আলানী হিসাবে  
কাঠ, তরল ও তরল বা গ্যাসীয় আলানীয়

ব্যবহারও বাত্মসে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ  
বৃদ্ধি করিতেছে।

বর্তমানে বিশ্বের প্রায় সব উন্নত দেশগুলিতেই  
কলকারখানা বৃদ্ধির অর্থ হইল বাত্মসে বোঁগা ও  
অক্সিজেন বিবাক্ত গ্যাসের পরিমাণ বৃদ্ধি করা।  
এই বোঁগা—বাত্মর মধ্যে হ্রব কার্বন ও নুনিকণা  
মিশ্রিত থাকে—কুয়াপার সময় 'বোঁগাপার' সৃষ্টি  
করিয়া বাত্মের বাত্মবিক জীবনযাত্রাকে  
অনেকাংশে কতিগ্রস্ত করে। পারিপার্শ্বিক  
অবস্থার অল্প পৃথিবীর যে সব দেশে তাপমাত্রা  
বাত্মবেলার খুব তাড়াতাড়ি হ্রাস পায়, সেই সব  
দেশে কলকারখানা হইতে আগত বোঁগা ও  
অক্সিজেন গ্যাস বাত্মগুলের নিম্নতরে থাকিয়া  
যায় এবং বাত্মজিয়ার সঙ্গে বাত্মের পরীয়ে  
মধ্যে প্রবেশ করে। অত্মে পাহাড় থাকার এবং  
কলকারখানার সমুদ্র হ্রায় ফলে লস্ এন্ডেলস্  
এইরূপ একটি অতিপল্ল পহর, যেবানকার বাত্মকে  
দূষিত বাত্মসেবনের অল্প থাকে থাকে নিউমোনিয়া  
ও হুসুসের নানারকম জটিল রোগে আক্রান্ত  
হইতে দেখা যায়।

অনেক বাত্ম, যেমন—তামা, বত্মা, সীসা  
ইত্যাদি উদ্ভানের সালফাইড আকরিক হইতে  
বিভাজিত হয়। সালফাইড আকরিকের বিগলনের  
সময় প্রচুর পরিমাণে সালফার ডাই-অক্সাইড  
গ্যাস উৎপন্ন হয়, বাত্ম প্রাণী ও উদ্ভিদের পক্ষে  
খুব কতিকারক, বাত্ম-প্রাণীদের সঙ্গে বাত্মের  
পরীয়ে প্রবেশ করিয়া সালফার ডাই-অক্সাইড যে  
অ্যানিড উৎপন্ন করে, তাহা পাকস্থলীর কদ-

ও ইতিহাস অ্যানোসিয়েশন কর দি কাল্টি-  
ভেন্ডর অব সাবেল, বাত্মপুত্র, কলিকাতা-32



সামনে পুই তৎপর। ইহা হাড়া সালকার ডাই-অক্সাইডের জট উদ্ভিদসেহেরও দুরবস্থার শেষ থাকে না। যে সকল স্থানে সালকাইড আকরিক হইতে বাছু নিষ্কাশিত হয়, সেই সকল স্থানের আশেপাশে উদ্ভিদের পাতাভঙ্গিকে প্রথমতঃ সাধা হইতে দেখা যায় এবং পরে কিছুদিনের মধ্যেই অধিকাংশ উদ্ভিদের মৃত্যু হয়। সালকার ডাই-অক্সাইড গ্যাস কৃতিকার্ষের পক্ষেও প্রতিফল অবস্থার সৃষ্টি করে। একেজের ক্যানাডার বৃষ্টিপ কলবিয়ার অবস্থিত একটি সালকাইড বিগলন চুন্ডীর কথা উল্লেখ করা যায়। কানাডা এবং যুক্তরাষ্ট্রের সীমানার নিকটে অবস্থিত এই বিগলন চুন্ডী হইতে আগত গ্যাসসমূহ যাকিন যুক্তরাষ্ট্রের কৃতিকার্ষের প্রচুর ক্ষতি করার বর্তমানে এই ব্যাপারে দুই দেশের মধ্যে এক চুক্তিপত্র স্বাক্ষরের কথা শোনা যায়। সালকার ডাই-অক্সাইড অপেক্ষা অধিক ভাণে বিষাক্ত আর একটি গ্যাসের নাম হইল হাইড্রোজেন সুলফাইড। অ্যালুমিনিয়াম এবং আরও কয়েকটি বাছু নিষ্কাশনের সময় এই গ্যাসটি বাতাসে মিশ্রিত হয়। 1930 সালে বেলজিয়াম নগরে এই গ্যাসের জন্তে বেশ কয়েকজন ব্যক্তির মৃত্যু ঘটে।

1952 সালের ডিসেম্বর মাসেই লণ্ডন নগরে আর চার হাজার ব্যক্তি মৃত্যু হয়। এই মৃত্যুর কারণ নির্ধারণে বিজ্ঞানীরা এখনও একমত নন। অনেকে সালকার ডাই-অক্সাইডকে দোষী সাব্যস্ত করেন আবার আবেহিকার কয়েকজন বিজ্ঞানী মনে করেন, বাতাসে মিশ্রিত গ্যাসোলিন বাষ্পের দায়ী এই সর্বশেষ সাধিত হইয়াছিল। এক সময় লন্ডন একেগলে ব্যাপকভাবে যে রোগ দেখা দিয়াছিল, তাহার জন্তও গ্যাসোলিন বাষ্পকে দায়ী করা হয়। আজকাল ঘোটর গাড়ী, এয়ারপ্লেন ও অন্যান্য অনেক যানবাহনে গ্যাসোলিনকে জ্বালানী হিসাবে ব্যবহার করা হয়। কিন্তু অধিকাংশ কেহই গ্যাসোলিন সম্পূর্ণভাবে

জারিত বা হইয়া বাতাসে মিশ্রিত হয়। বাতাসে নাইট্রোজেন অক্সাইডের সংস্পর্শে আসিয়া গ্যাসোলিন ওক্সোমাইড ও পার-অক্সাইড গঠন করে, বাহা উদ্ভিদ এবং প্রাণিদেহের ক্ষত কতিপায়ন করে। সান ফ্রান্সিসকো, ওয়াশিংটন, নিউইয়র্ক, লণ্ডন, কোপেনহাগেন, ক্যান্সিকোবিয়া, প্যারিস এবং আরও অনেক দেশ গ্যাসোলিন বাষ্পের কবলে পড়িয়া নানাতাবে ক্ষতিগ্রস্ত হইয়াছে।

পরমাণু-বিজ্ঞানের উন্নতির কলে পারমাণবিক, হাইড্রোজেন এবং আরও অনেক উন্নত ধরনের বোমা আবিষ্কৃত হইয়াছে। এই ধরনের বোমা-গুলির বিস্তারণ বাতাসকে সবচেয়ে বেশী পরিমাণে দূষিত করিয়াছে। দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের পর হইতে এখন পর্যন্ত পৃথিবীর বুকে 500টি পারমাণবিক বোমা বিস্তারিত হইয়াছে বলিয়া অনেকের ধারণা। আমেরিকা, রাশিয়া, জাপান, ব্রিটেন ও চীন প্রত্যেক বা পরোক্ষভাবে এই বোমা বিস্তারনের জন্ত দায়ী। পারমাণবিক বিস্তারণ সাময়িক বিপর্যয় হাড়া মৃত্যুর ভবিষ্যতেরও অনেক বিপর্যয় ডাকিয়া আনে। 1945 সালের 6ই এবং 10ই অগাস্ট জাপানের হিরোশিমা ও নাগাসাকিতে বিস্তারিত বোমা দুইটির কবাই আলোচনা করা যাক। বিস্তারনের কলে অসংখ্য তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের সৃষ্টি হইয়াছে, যেগুলি ডানমান অবস্থার বাতাসে অনিদিষ্ট কাল থাকিয়া বাইবে। বৃষ্টি, সূর্যশা ইত্যাদির সঙ্গে এই আইসোটোপগুলি ভুপৃষ্ঠে নামিয়া আসে এবং কনসান্দ্র কার্বকসানে প্রযুক্ত হয়।  $St^{99}$  আইসোটোপটির কবাই বরা যাক। বাতাসের সঙ্গে বাতাসের পরীয়ে প্রবেশ করিলে এই আইসোটোপটি হাড়ে ক্যালসিয়ের বর্টি করে—বাহার এখনও কোন উপযুক্ত চিকিৎসা আবিষ্কৃত হয় নাই। বর্তমানে ক্যালসিয়ের প্রকোণ বাড়িয়া বাতাসের কারণ হিসাবে অনেকে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ও



ম্যাসোসিম বাসকে বহিরা থাকেন। ১৯৪৭ সালে রাশিয়া পরীক্ষামূলক পারমাণবিক বোমা বিস্ফোরণ ঘটাইবার পর ১৯৫২ সালে এশান্ত মহাসাগরের বুকে আমেরিকা কর্তৃক হাইড্রোজেন বোমা বিস্ফোরিত হইয়াছে। গ্রেট ব্রুটন, ক্রাল এবং চীনও যথাক্রমে ১৯৫২, ১৯৬০ এবং ১৯৬৪ সালে পারমাণবিক বোমার বিস্ফোরণ ঘটাইয়াছে। এই সকল

বোমার বিস্ফোরণেই যে বাতাসকে সবচেয়ে বেশী পরিমাণে দূষিত করিয়াছে—সে সম্পর্কে সন্দেহের কোন অবকাশ নাই। সুতরাং দেখা যাউতেছে যে, বাতাসের দূষণাত্মক্য দৃষ্টিতে যে বিজ্ঞানের জ্ঞান, সেই বিজ্ঞানের অপব্যবহারই আর পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলকে সবচেয়ে বেশী পরিমাণে দূষিত করিয়াছে।

## কৃষি-সংবাদ

### দূর্বহুবী

দূর্বহুবীর স্বর্ণকান্তি আবিষ্কারের বেশে এতদিন পর্যন্ত মূলের বাগান আলো করে দৌলদারসিকের চোখকে আনন্দ দিচ্ছে—শিল্পী, কবি, সাহিত্যিককে জুগিয়েছে প্রেরণা। কিন্তু সম্প্রতি কয়েক বছর ধরে দূর্বহুবীকে ব্যবহারিক জগতের দৃষ্টিতে, বাতাসের বৈদ্যুতিক প্রয়োজনের গভীর মধ্যে টেনে আনা হয়েছে। সত্যানী বাতাস বোঝ পেয়েছে দূর্বহুবীর ভিতর লুকিয়ে-থাকা তেজা তেলের বিরাট উৎসের। ভারতে এখন ব্যাপকভাবে দূর্বহুবীর চাষ করার চেষ্টা করা হচ্ছে—একান্ত প্রয়োজনের বন্যস্পতি তেলের চাহিদা পূরণ করার জন্যে।

দূর্বহুবী থেকে বেশ ভাল মানের তেজা তেল পাওয়া যায়। এর পদ্ম ও বাদ বেশ ভাল এবং অনেক দিন পর্যন্ত সংরক্ষণ করা যেতে পারে। অল্প বে কোন তেজা তেলের মতই এটি ব্যবহার করা যায়। বন্যস্পতি ও সাবান উৎপাদন নিয়ে এই তেল কাজে লাগে। দূর্বহুবীর তেল বের করার জন্যে কোন বিশেষ কৌশলের দরকার হয় না। অত্যন্ত তৈলবীজের মতই যে কোন তেলকণে কিংবা ঘনিষ্ঠে পিবে তেল বের করা যায়। দূর্বহুবীর বীজের ঠেসে পতকরা

৪০-৪৫ ডাগ পর্যন্ত উঁচু মানের প্রোটিন থাকে, যা বাবারের পত-পাখীর পুষ্টির বাত হিসাবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

দূর্বহুবীর মূল বাসস্থান উত্তর আমেরিকা হলও রাশিয়াতেই এর চাষ বেশী ব্যাপকভাবে করা হয়। সেখানে দূর্বহুবীই উদ্ভিদ তেলের প্রধান উৎস। সমস্ত পৃথিবীতে উৎপাদিত দূর্বহুবীর তেলের আর দুই-তৃতীয়াংশই রাশিয়া উৎপাদন করে। রাশিয়ার কৃষি-বিজ্ঞানীরা এই মূলের বীজের আবিষ্কারের মূল্য কমিয়ে তেলের পরিমাণ পতকরা ২৪ ডাগ থেকে ৫০ ডাগ পর্যন্ত বাড়িয়ে দিয়েছেন। এখন এই তেলের পরিমাণ আরও বাড়িয়ে তোলবার চেষ্টা করা হচ্ছে। রাশিয়া থেকে চারটি প্রধান জাতের দূর্বহুবী আবিষ্কারী করে ভারতের বিভিন্ন অঞ্চলে পরীক্ষামূলকভাবে চাষ করে দেখা হয়।

দূর্বহুবীর চাষ সব অঞ্চলেই করা যেতে পারে। তবে পরীক্ষামূলক চাষ থেকে দেখা গেছে যে, মধ্যভারত, দিল্লি মহারাষ্ট্র, তামিলনাড়ু, রাজস্থান ও পশ্চিম বাংলায় কয়েকটি অঞ্চলে তৈলবীজ হিসাবে দূর্বহুবীর চাষ বেশ লাভজনক হতে পারে।



বেলে দোঁদীপ থেকে কাণো ভারী বাটি পর্যন্ত সব ধরনের জিনিসই দূর্বসুখীর চাব হতে পারে। তাই যে সব বাটিতে চীনা বা দাবের চাব ভাল হয় না, সেখানে দূর্বসুখীর চাব করা যায়। তবে অল্প ও কাছবুজ বাটি এই কসল চাবের জন্যে অল্পসুখ। চাবের জবি আর্জিতা সংরক্ষণের উপযুক্ত ও ভাল জনসিকানি হওয়া দরকার।

দূর্বসুখী খুব বেশী ক্ষতিগ্রস্ত নয়। প্রয়োজনমত সেচ দেবার ব্যবস্থা থাকলে সারা বছরই দূর্বসুখীর চাব করা যেতে পারে। এই কসল তৈরি হতেও কম সময় লাগে। বিভিন্ন বছর উপর কসল পাকবার সময় নির্ভর করে। শীতে সবচেয়ে বেশী সময় প্রায় 130 দিন, বসন্তকালে 115 দিন এবং গরমে মাত্র 90 দিনের মধ্যেই কসল তৈরি হয়ে যায়। এর কলে জমি জোড়াভাঙি খালি পাওয়া যায়। কাজেই দূর্বসুখীর সঙ্গে পর্যায়ক্রমে আলু, আদা—এমন কি, জলদি প্রভৃতির গবেষণা চাব করা যেতে পারে। এছাড়া যৌতুখী ব্রুটিপাতের কলে যদি বরিকের কসল দেয়ীতে বুনতে হয়, তাহলে চীনা বা দাবের বদলে দূর্বসুখীর চাবই বেশী লাভজনক।

দূর্বসুখীতে যথেষ্ট পরিমাণে সার দেওয়া দরকার। ভারতীয় কৃষি অধিদপ্তর সংস্থা সেচ যুক্ত এলাকার হেটের প্রতি 40 কি.গ্রা. নাইট্রোজেন, 60 কি.গ্রা. কস্কাস ও 40 কি.গ্রা. পটাসের প্রয়োগ অপ্রয়োজন করেছেন।

রোগ-পোকার সংরক্ষণ ও চারাগাছের কৃষ্ণ হার কমানোর জন্যে জমিতে বোনবার আগে দূর্বসুখীর বীজ চারাধেন এর 45 (0.3%) এবং এপ্রোসান জি. এন (0.3%) দিয়ে বোম্বর করে নেওয়া দরকার। প্রতি হেটের জমির জন্যে

8-10 কি.গ্রা. বীজই যথেষ্ট। চাবের আগে জমিতে ভালভাবে হাল দিয়ে আগাছা পরিষ্কার করে ফেলতে হবে। বাটিতে আর্জিতা কম হলে হাকাতাবে সেচ দিতে হবে। বীজতলি হল-রবার গভীরে এমনভাবে লাগাতে হবে, যাতে চারাগাছগুলির পরস্পরের মধ্যে 30 সে.মি. এবং সারিতলির মধ্যে 60 সে.মি. করে দূরত্ব থাকে।

দূর্বসুখীতে উপযুক্তভাবে সেচ দেওয়া বিশেষ দরকার। বরিকের যদি যথেষ্ট পরিমাণ ব্রুটি হয়, তাহলে সেচ না দিলেও চলে। রবি এবং গরমের কসলে দু-তিন বার সেচ দেওয়া যথেষ্ট। ফল ধরা থেকে শক্তবীজ তৈরি হওয়া পর্যন্ত বিভিন্ন অবস্থায় দূর্বসুখী কসলে জলের ওজন খুব বেশী। বীজ বোনবার সময়ে জমিতে আর্জিতা থাকা বিশেষ দরকার।

বীজ লাগবার প্রথম 4-6 সপ্তাহ পর্যন্ত দূর্বসুখীর বাড় খুব ধীরে ধীরে হয়। উপযুক্ত আলো বাতাস চলাচলের জন্যে জমিতে নিরবিত্ত তাইে নিকানী দিয়ে আগাছা পরিষ্কার করে ফেলা দরকার।

কসল তৈরি হয়ে গেলে ফলের পিছন দিকের রং বাদামী হয়ে যায়। তখন সেগুলি কেটে নিয়ে লাঠি দিয়ে পিঠিয়ে বীজ বের করে ভাল করে শুকিয়ে নেওয়া হয়। শতকরা 10 ভাগ পর্যন্ত আর্জিতা থাকলেও বীজ নিরাপদে সংরক্ষণ করা যায়। যে কোন তেল কল বা বাসিন্দে দিয়ে এই বীজ থেকে তেল বের করে নেওয়া যায়।

টিকমত বয় নিয়ে চাব করা হলে দূর্বসুখী থেকে প্রতি হেটের গড়ে প্রায় 20 কুইন্টালের মত কসল পাওয়া যেতে পারে।

[ ভারতীয় কৃষি অধিদপ্তর পরিবহ. কৃষি ভবন, নতুন দিল্লী ]।



## বিজ্ঞান-সংবাদ

### ভারত ও হিমালয়ের সৃষ্টি-রহস্যের

#### উৎস-সন্ধান

ভারত উপমহাদেশ কি এখনও সবে সবে বাড়ে? না, প্রকৃত পক্ষে তা নয়, এই ভেসে বাওয়া বহু হয়েছে ৬ কোটি বছর আগে। কিন্তু অভ্যন্তরীণ আন্দোলনের কথা, যাত্রা বাসস্থানকে হয় তা সঠিকভাবে জানা গিয়েছে।

কোন কোন সমুদ্রসংজ্ঞায় ভূ-বিজ্ঞানী বহু কালই এই ধারণা পোষণ করে এসেছেন যে, ভারত ছিল একটা পড়েচালা ল্যাণ্ড নামে দক্ষিণ গোলার্ধের এক বিরাট মহাদেশের অংশ। দশ কোটি বছর আগে ঐ মহাদেশ ভেঙে টুকরো টুকরো হয়ে যায়। তারপর সেই অংশসমূহ থেকেই গড়ে ওঠে ভারতবর্ষ, অস্ট্রেলিয়া, দক্ষিণ-পূর্ব অফ্রিকা, দক্ষিণ আফ্রিকা ও দক্ষিণ আমেরিকা। ভারত ভীষণ বেগে উত্তর দিকে সরতে থাকে এবং এশীয় মূল ভূখণ্ডের সঙ্গে এসে তার প্রচণ্ড খাতা লাগে। এট ভীষণ সংঘর্ষের ফলে স্রষ্টাচীন সমুদ্রগর্ভের বালি, কাঁদা ও অজ্ঞাত উপকরণ উপরে উঠে আসে, সৃষ্টি হয় পৃথিবীর উচ্চতম ২৯ হাজার ফুট গিরি-চূড়াসম্বিহিত হিমালয় পর্বত।

সমুদ্র বিজ্ঞানীর ঐ পড়েচালা মহাদেশের অভিন্ন ও ভারতের সঙ্গে বাবার বিবরণী প্রকৃত তথ্যের অভাবে পূরণপূরি গ্রহণ করতে পারেন নি। এই বিষয়ে প্রকৃত তথ্যের বৈজ্ঞানিক সূত্রের সন্ধান দিয়েছেন নাবাদেশের একজন বিশিষ্ট বিজ্ঞানী। এরা পতীর সমুদ্রে তথ্যসংগ্রহকারী পরিচালনার সঙ্গে যুক্ত হয়েছেন। লাজোলায় ক্যান্ডিকোনিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ের ডি.এল. ইনস্টিটিউটের উদ্যোগে ই.এ. ডাশভাল নামের কাউন্সেলরের নির্দেশে এই পরিচালনাকে কার্যকরে

তপসান করা হচ্ছে। কিছুকাল ধরে স্রোবার চ্যালেঞ্জার নামে একটি বৈজ্ঞানিক জাহাজকারী জাহাজে এই সকল বিশিষ্ট বিজ্ঞানী লোহিত সাগর ও ভারত মহাসাগরে এবিধের তথ্যসংগ্রহে ব্যাপৃত হয়েছেন। এই ক্ষেত্রে ঐ সকল সমুদ্রের গভীরে ঘননকার্য চালানো হচ্ছে।

এই জাহাজটি গত জাহাজী নামে অস্ট্রেলিয়ার ভারউইন বন্দর থেকে কলম্বো যায়। কলম্বো আসবার পথে ভারত মহাসাগরের তলদেশে আটটি স্থানে ২৫৩৭ ফুট নীচ পর্যন্ত ঘনন-কার্য চালানো হয়। ঐ মহাসাগরে তখন কোন কোন স্থানে জলের গভীরতা ছিল ২০ হাজার ফুটেরও বেশী। কলম্বো থেকে ঐ জাহাজটি থাকে আরব ও লোহিত সাগরে তথ্যসংগ্রহকারী অভিযানে।

সংগৃহীত তথ্যের প্রাথমিক পর্যালোচনা ও সমীক্ষার পর বিজ্ঞানীরা এই সম্পর্কে উল্লিখিত অভিন্ন প্রকাশ করেছেন। তাদের ধারণা, ভারত অস্ট্রেলিয়া থেকে যে উত্তর দিকে ক্রমেই সরে বাচ্ছিল, তা বহু হয়েছে আর ৬ কোটি বছর আগে।

স্রোবার চ্যালেঞ্জারের এই বিজ্ঞানীরা হিমালয়ের সেই সকল বালি ও কাঁদার সন্ধান পেয়েছেন স্রষ্টাচারী অসুরবর্তী সমুদ্রের তলার। হিমালয় পর্বত থেকে বহু বহু বহু নদী যকোপ-সাগরে এসে পড়েছে এবং সকল নদীই এই বালি, কাঁদা সমুদ্রে বহে নিয়ে এসেছে।

এই সকল বিজ্ঞানী ভারত মহাসাগরের তলার ৩০০০ ফাট নীচ পর্যন্ত নিখরহের সন্ধান পেয়েছেন। এই সকল পাহাড়ের চূড়ায় রয়েছে কয়লা, বেকরী জীবের শক্ত খোলা প্রকৃতি। এই সকল আছে ৫০০০ ফুট জলের



বাসী। এখানে ছিল একটা আরের পর্বত-  
বালা এবং এই নবের দৃষ্টি হয়েছিল 6 কোটি 50  
লক্ষ বছর আগে।

কলকাতা থেকে রোমার চ্যালেঞ্জার  
আরব সাগরের দিকে যাওয়া করেছে। সেই  
সাগরের বিজ্ঞানীরা তথ্যগ্রহণতানে রতী হয়েছেন,  
পূর্বে বসন করেছেন। ঐ সকল পক্ষের থেকে  
সংগৃহীত উপাদান তাম্রত মহাসাগর এবং  
হিমালয় পর্বতের আদিম ইতিহাসের উপর  
আলোকপাত করতে পারে বলে তাদের ধারণা।

কঠিনক বিজ্ঞানী এই প্রসঙ্গে বলেন যে, হিমালয়  
পর্বত পর্বতের সময়েই নিছুন এই বিভাগ  
আকার ধারণ করে এবং এই নবই হিমালয়  
পর্বত থেকে বৃত্তিকা ও অজ্ঞাত উপাদান বহর  
নিরে বায় আরব সাগরে, কবাজীর বকিণাকলে।  
লক্ষ লক্ষ বছর ধরে বিপুল পরিমাণে সেই  
বৃত্তিকা সেখানে জমা হয়েছে। ঐ জারণার  
নানা স্থানেই বননের পরিকল্পনা করা হয়েছে।

রোমার চ্যালেঞ্জারের বিজ্ঞানীরা এবার  
লোহিত সাগরে তথ্যগ্রহণতানে ঘের হয়েছেন।  
সেই সাগরের গভীরে বিপুল পরিমাণে কোন  
তলানি সন্নিবিষ্ট হয় নি। মহাবিশ্বসমূহ যে সবে  
সবে যাচ্ছে, সে বিষয়ে তথ্যগ্রহণতানের বিষয়ে

এই ব্যাপারটি খুবই সহায়ক হতে পারে। লোহিত  
সাগরের দৈর্ঘ্য 1200 মাইল। পৃথিবীর তলতল  
সমুদ্রের এটি অতীত। বিজ্ঞানীরা এই প্রসঙ্গে  
বলেছেন যে, লোহিত সাগরের তলার একটি  
সুদীর্ঘ গভীর ও গভীর কাটল রয়েছে। সেখানে  
কোন তলানি নেই ও এ অঞ্চলে বাত বাত  
ভূকম্পন হয়ে থাকে। সমুদ্র বিজ্ঞানীরা এই  
সকল বিষয় পর্যালোচনা করে বলেছেন যে,  
আরব রাষ্ট্র ও আফ্রিকা এই কাটল থেকে  
কবেই হুয়ে সবে যাচ্ছে। 20 কোটি বছর পূর্বে  
ইউরোপ ও আফ্রিকা থেকে উত্তর আমেরিকা  
ও দক্ষিণ আমেরিকাও এমনভাবেই বিচ্ছিন্ন হয়ে  
গিয়েছিল।

লোহিত সাগরের মধ্যাকলে উচ্চ ও নবপাত  
জলতাতার বিজ্ঞানীদের কাছে বিশেষ আকর্ষণের  
বস্তু। ঐ মধ্যাকলে প্রচুর পরিমাণে বাতব  
সম্পদ রয়েছে। 1960-এর প্রথম দশকের  
দিকেই এই উচ্চ জলধারার সম্ভাবনা পাওয়া  
যায়। ঐ সকল জলধারার উপবিভাগে রয়েছে  
নানা অপূর্ণ রকম রতীন তলানি। বিজ্ঞানীদের  
ধারণা, বিভিন্ন বাতব পদার্থই রয়েছে এর মূলে।  
অবিক্রমে এই বাতব সম্পদ বাহুরে কাছে  
লাগাবার বিশেষ সম্ভাবনা রয়েছে।



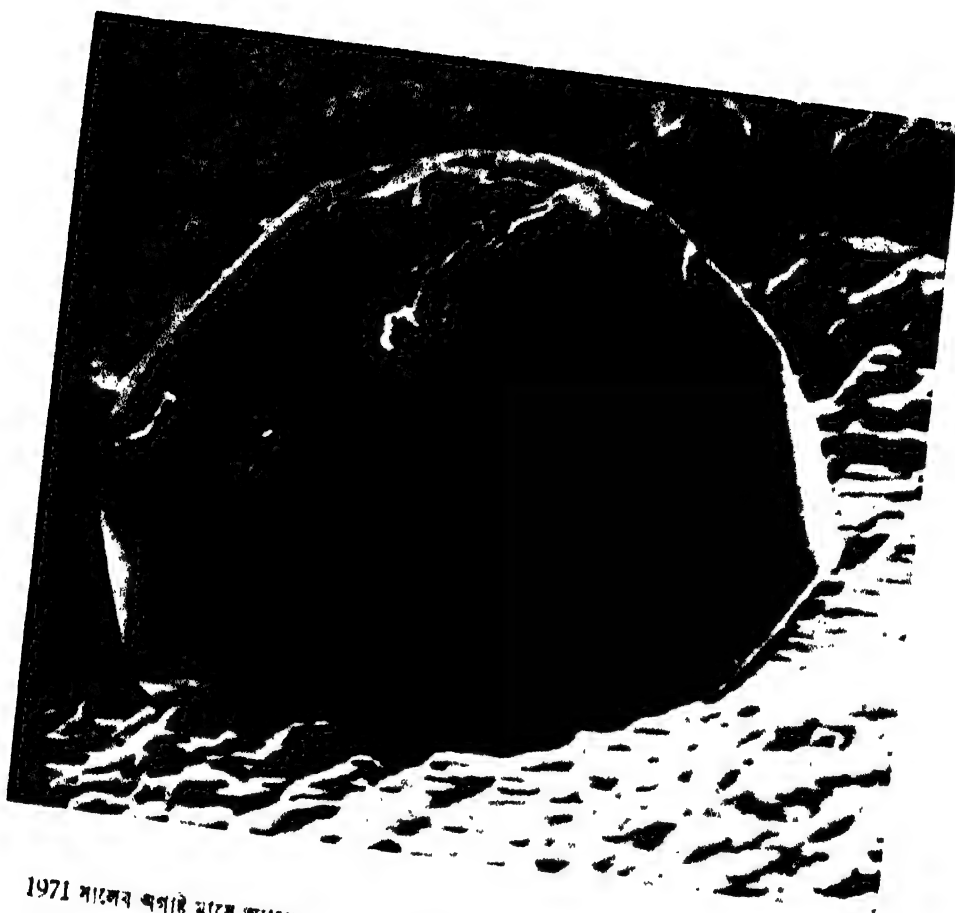
# কিশোর বিজ্ঞানীর দপ্তর

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

মে — 1973

ষড়বিংশতিতম বর্ষ : পঞ্চম সংখ্যা





1971 সালের আগস্ট মাসে আনোপোলা 15-এর যাবতীরা 5জুলাই থেকে ৬ জুন নিয়ে এসেছেন, তার একটির মধ্যে লোহার একটি বৃহৎ প্রটোল আছে। সেখান থেকে প্রটোলটি উদ্ধৃত করে ৬ প্রবেশ পাচ মাইল দূরত্বে (এক মাইল দূরত্বে) একটি মাইলের দূরত্বে একটি ভাগের একটি ভাগ। টেলেকটন অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে প্রটোলটির নতুন প্রকারের '১২



## শনিগ্রহ

একথা সকলেরই জানা যে, বিশাল জ্যোতিষ্কমণ্ডল গড়ে উঠেছে গ্রহ, উপগ্রহ, নক্ষত্র-মণ্ডলী প্রভৃতি নিয়ে। গ্রহ এবং নক্ষত্রের পার্থক্য হলো—গ্রহের নিজস্ব কোন আলো নেই, কিন্তু নক্ষত্রের নিজস্ব আলো আছে। এতদ্ব্যতীত নক্ষত্র গ্রহ অপেক্ষা আকারে অনেক বড়। সন্ধ্যার পরে আকাশের দিকে তাকালে অসংখ্য আলোর টুকরা দেখা যায়। এদের মধ্যে যেগুলি মিটমিট করে সেগুলি হলো নক্ষত্র। নক্ষত্রমণ্ডলী অনেক দূরে থাকার এই রকম মিটমিট করে; কিন্তু গ্রহগুলি অপেক্ষাকৃত কাছে থাকার তাদের আলো স্থির। পৃথিবী হলো সূর্য নামক নক্ষত্রের একটি গ্রহ। তাছাড়া সূর্যের আরও আটটি গ্রহ আছে, যাগা পৃথিবীর মত সূর্যের চারদিকে নিজ নিজ কক্ষপথে অবিরত ঘুরে চলেছে। এই গ্রহসমূহের মধ্যে শনি অত্যন্তম। এই শনিগ্রহ সূর্যকে একবার প্রদক্ষিণ করতে সময় নেয় 29½ বছর। এই শনিগ্রহকে মালার মত বেটন করে আছে এক আশ্চর্য বলয়।

পৃথিবীর মত শনিরও উপগ্রহ আছে। তবে পৃথিবীর মত একটি নয়, তার আছে নয়টি উপগ্রহ। অতীত এক সময় শনির দশটি উপগ্রহ ছিল। কিন্তু তার নিকটবর্তী উপগ্রহটি ভেঙে খণ্ড খণ্ড হয়ে গেছে এবং শনির চারপাশে বলয়ের সৃষ্টি করেছে। এখন শনির সর্বাপেক্ষা কাছে যে উপগ্রহ আছে, তার নাম মিমাস (Mimas)। এর ব্যাস 300 মাইল এবং শনিগ্রহ থেকে এটা 115,400 মাইল দূরে আছে। কিন্তু আমাদের পৃথিবী থেকে টানের দূরত্ব 289,000 মাইল। শনির সর্বাপেক্ষা দূরের উপগ্রহ হলো ফোয়েব (Phoebe)। এটি শনিগ্রহ থেকে 8,050,000 মাইল দূরে এবং এর ব্যাস 400 মাইল। তাছাড়া শনির অত্যন্ত উপগ্রহসমূহের মধ্যে আছে—এনসিলেডাস (Enceladus)—এর ব্যাস 300 মাইল এবং এটি শনিগ্রহ থেকে 148,000 মাইল দূরে আছে। টেথিসের (Tethys) ব্যাস 700 মাইল এবং শনিগ্রহ থেকে এর দূরত্ব 183,000 মাইল। ডাইওনের (Dione) ব্যাস 700 মাইল এবং এটির দূরত্ব শনিগ্রহ থেকে 234,700 মাইল। রীয়া (Rhea) ব্যাস 1,000 মাইল এবং শনিগ্রহ থেকে এর দূরত্ব 328,000 মাইল। টাইটানের (Titan) ব্যাস 2,600 মাইল এবং শনিগ্রহ থেকে এর দূরত্ব 760,000 মাইল। হাইপেরিয়নের (Hyperion) ব্যাস 250 মাইল এবং এটি শনিগ্রহ থেকে 922,000 মাইল দূরে আছে। আইয়াপিটাসের (Iapetus) ব্যাস 800 মাইল এবং শনিগ্রহ থেকে এর দূরত্ব 2,215,000 মাইল।

শনিগ্রহ পৃথিবী থেকে আকার, আয়তন এবং ভরে অনেক বড়। শনির ব্যাস 75,100 মাইল এবং পৃথিবীর ব্যাস প্রায় 8,000 মাইল। তাছাড়া শনি থেকে তার সর্বাপেক্ষা নিকটবর্তী উপগ্রহ মিমাসের দূরত্ব, পৃথিবী থেকে টানের দূরত্বের অনেক কম। এই কারণে শনি তার উপগ্রহসমূহের উপর প্রচণ্ড আকর্ষণ বল প্রয়োগ করে থাকে। টানের মহাকর্ষ



বলের জন্তে পৃথিবীতে জোরার-ভাটার সৃষ্টি হয়। শনি তার পৃষ্ঠের খুব নিকটবর্তী উপগ্রহের উপর প্রচণ্ড আকর্ষণ বল প্রয়োগ করে। যদি শনির পৃষ্ঠদেশের খুব কাছে কোন উপগ্রহের উৎপত্তি হয়ে থাকে, তবে সেটি খুব বেশী দিন স্থায়ী হয় নি। সেটি অসংখ্য বণ্ডে পরিণত হয়ে ছড়িয়ে গিয়ে শনির চারপাশে বলয়ের সৃষ্টি করেছে। শনিগ্রহের প্রচণ্ড আকর্ষণ বলের দরুন যেখানে বৃহদাকারের উপগ্রহের অবস্থান সম্ভব নয়, সেখানে অপেক্ষাকৃত ছোট প্রায় এক মাইল চওড়া এই বণ্ডগুলি স্থায়ী হতে পেরেছে। এই অগণিত পদার্থ-বণ্ডসমূহ শনিকে বেঁটন করে যে বলয়ের সৃষ্টি করেছে সেটা প্রস্থে 40,000 মাইল, কিন্তু মাত্র 10 মাইল পুরু। শনিগ্রহের চতুর্দিক বেঁটন করে একটি নির্দিষ্ট অঞ্চল আছে। একে বলা হয় বিপদ অঞ্চল (Danger zone)। এই অঞ্চলের ভিতরের দিকে থাকে বলয়গুলি এবং বাইরের দিকে থাকে শনির উপগ্রহসমূহ। উপগ্রহগুলি ঐ বিপদ অঞ্চলের মধ্যে স্থায়ী হতে পারে না, ভেঙ্গে টুকরা টুকরা হয়ে যায়। বলয়ের উচ্চল অংশের তিনটি ভাগ আছে। তাদের নাম বহির্বলয় (Outer ring), অন্তর্বলয় (Inner ring) এবং ক্রেপ বলয় (Crepe ring)। এই ক্রেপ বলয়টি অন্তর্বলয়ের মধ্যে অবস্থিত। বলয়গুলি তুফানবৃত্ত থাকে বলে সূর্যের আলো এদের উপর প্রতিফলিত হওয়ার এদের খুব উজ্জ্বল দেখায়।

বলয়গুলির মধ্যে অন্তর্বলয় সর্বাধিক উজ্জ্বলতম। শনির উপর যে সূর্যালোক পড়ে, তাতে গ্রহের উপর বলয়গুলি ছায়া সৃষ্টি করে। অন্তর্বলয়ের মধ্যে পদার্থের পরিমাণ বেশী। এই কারণে সেটা অন্ধক। এই অন্ধতার জন্তে অন্তর্বলয়ের ছায়া খুব তীক্ষ্ণ (Sharp) হয়। কিন্তু বহির্বলয়ের মধ্য দিয়ে কিছু সূর্যালোক চলে যেতে পারে বলে বোঝা যায় যে, তার মধ্যস্থিত পদার্থবণ্ডগুলি একত্রে গায়ে গায়ে লেগে থাকে না। ক্রেপ বলয় প্রায় অন্ধ।

বলয়গুলির অন্তর্বর্তী শূন্যতার মধ্যে পদার্থবণ্ডের কোন অস্তিত্ব নেই। এই শূন্যস্থানকে বলা হয় ক্যাসিনি অঞ্চল (Cassini division)। এটি অন্তর্বলয়কে পৃথক করে দিয়েছে। এই অঞ্চলটি শনির উপগ্রহসমূহ, বিশেষ করে মিমাসের আকর্ষণ বলের জন্তে সর্বদা শূন্য থাকে। চাঁদ যেমন আমাদের পৃথিবীকে একবার প্রদক্ষিণ করতে একমাস সময় নেয়, শনির উপগ্রহগুলিও শনিকে একবার প্রদক্ষিণ করতে একটা নির্দিষ্ট সময় নেয়। যদি ক্যাসিনি অঞ্চলের মধ্যে পদার্থবণ্ড থাকতো, তবে তাদের প্রদক্ষিণ কাল মিমাস উপগ্রহের প্রদক্ষিণ কালের অর্ধেক হতো। অবশ্য শনির অপর দুই উপগ্রহ—এনসিলেডাস এবং টেটিলস ক্যাসিনি অঞ্চল উপস্থানের অপর কারণ। এদের প্রদক্ষিণ কাল ক্যাসিনি অঞ্চলের প্রদক্ষিণ কালের সমান ভণ্ডিতক। এনসিলেডাস এবং টেটিলের প্রদক্ষিণ কাল ক্যাসিনি অঞ্চলের প্রদক্ষিণ কালের দ্বিগুণ এবং চারগুণ। আবার ক্রেপ বলয় এবং অন্তর্বলয়ের সীমানা অঞ্চলের প্রদক্ষিণ কাল মিমাসের প্রদক্ষিণ কালের এক-তৃতীয়াংশ। বলয়গুলির প্রত্যেকটি পদার্থবণ্ড শনিগ্রহকে নিজস্ব



ককপথে পরিক্রমা করে এবং এদের গ্রহকিন কাল গ্রহ থেকে এদের দূরত্বের উপর নির্ভর করে। এই দূরত্ব বড় বাড়ে, গ্রহকিন কাল তত বাড়ে, আবার দূরত্ব বড় কমে, গ্রহকিন কালও তত কমে আসে। এই কারণে অন্তর্বল'র মধ্যস্থিত পদার্থগুলি শনিকে বড় কম সময়ে গ্রহকিন করতে পারে, বহির্বলয়ের পদার্থগুলি অত তাড়াতাড়ি পারে না। এই তথ্য জানা গেছে, বলরগুলি কতৃক প্রতিকলিত আলো পরীক্ষা করে। আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের পরিবর্তনই প্রমাণ করে যে, বলরগুলির বিভিন্ন অংশ বিভিন্ন বেগে ঘুরছে। উপলব্ধ নীতি থেকেই এই ব্যাপারটা ব্যাখ্যা করা যায়। উপলব্ধ অবস্থ সর্বপ্রথম শক-তরঙ্গ সম্বন্ধে এই নীতি প্রবর্তন করেন। তাঁর এই নীতিটা হলো—জোতা এবং শক-উৎসের মধ্যের দূরত্ব যদি বাড়ে বা কমে, তবে জোতার মনে হয় শক-উৎসের কম্পাঙ্ক বধাক্রমে কমছে বা বাড়ছে। যেমন—দূর থেকে রেলগাড়ীর হুইসেলের আওয়াজ শুনে সেটা জোতার কানে তত তীক্ষ্ণ লাগে না, কিন্তু রেলগাড়ী বড় কাছে আসে, ততই শব্দের তীক্ষ্ণতা বাড়ে থাকে। এটি আলোক-তরঙ্গের ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য। বহু দূরবর্তী কোন জ্যোতিষ্ক থেকে যে আলো আমাদের পৃথিবীতে আসছে, সেই আলোকরশ্মি পরীক্ষা করে যদি দেখা যায় যে, আলোক-তরঙ্গের কম্পাঙ্ক কমছে বা তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য বাড়ছে, তবে বোঝা যাবে যে, জ্যোতিষ্কটি পৃথিবী থেকে দূরে চলে যাচ্ছে। আবার যদি দেখা যায় যে, আলোক-তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বাড়ছে বা তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য কমছে, তবে বুঝতে হবে যে, জ্যোতিষ্কটি পৃথিবীর দিকে এগিয়ে আসছে।

আমাদের পৃথিবীর চতুর্দিকে যেমন প্যাসীর আবহমণ্ডল আছে, তেমনি শনিগ্রহের পৃষ্ঠদেশকে বেটন করে আছে মিথেন এবং অ্যামোনিয়ার স্থায়ীমান মেঘ। শনির নিকটবর্তী গ্রহ বৃহস্পতিকে বেটন করেও ঐ রকম স্থায়ীমান মেঘ আছে। তবে সূর্য থেকে শনির দূরত্ব বৃহস্পতির তুলনার অনেক বেশী বলে শনি খুব বেশী ঠাণ্ডা। শনির মেঘে অ্যামোনিয়ার পরিমাণ তুলনামূলকভাবে বৃহস্পতি অপেক্ষা খুব কম। এর কারণ হলো, সেখানকার তীব্র ঠাণ্ডার অ্যামোনিয়ার বেশীর ভাগই জমে কঠিনে পরিণত হয়েছে। পৃথিবী থেকে শনির যে অংশ দৃশ্যমান, সেই অংশ থেকে প্রতিকলিত আলোকরশ্মির বর্ণালী পরীক্ষা করে শনির বায়ুমণ্ডলের উপাদানগুলির ধরন জানা গেছে। কিন্তু গ্রহটির অন্তর্ভাগীয় অকলের উপাদান সম্বন্ধে কিছুই জানা যায় নি। শনির ঘনত্ব এতই কম যে, এটি জলে ভাসতে পারে। অস্ত্রান্ত গ্রহের তুলনার শনির ঘনত্ব খুবই কম। এর ঘনত্ব আমাদের পৃথিবীর ঘনত্বের শতকরা 13 ভাগ মাত্র। শনিগ্রহের প্রায় অর্ধেকই হাইড্রোজেনে ভর্তি। পৃথিবীর মত শনিরও নিরক্ষীয় অঞ্চলটা একটু বেশী প্রশস্ত। পৃথিবী যেমন নিজ অক্ষের চতুর্দিকে একবার ঘুরতে 24 ঘণ্টা সময় নেয়, শনি তেমনি নেয় 10 ঘণ্টা 38 মিনিট।



## প্রবাল

প্রবাল গিনিষটা আমাদের খুব অপরিচিত নয়। ভূগোলে প্রবাল দ্বীপ ইত্যাদির কথা আমরা পড়েছি, তাছাড়া হাতে প্রবালের আঁটি পরবার অভ্যাসও অনেকের দেখা যায়। বহু শাখা-প্রশাখাবিশিষ্ট প্রবাল দেখে পূর্বে মানুষ ধারণা করেছিল যে, প্রবাল এক ধরণের সামুদ্রিক উদ্ভিদ। আজ থেকে প্রায় আড়াই-শ' বছর আগে করানী দেশের ডক্টর পিসোলিনি প্রথম প্রমাণ করেন, প্রবাল মোটেই উদ্ভিদ নয়, এক জৈবীর পোলিপ জাতীর জীবন্ত কীট। জীব-বিজ্ঞানের ভাষায় প্রবাল হচ্ছে সিলেনটারেটা অর্থাৎ একনালীদেহী পর্বের অন্তর্গত জীব। এদের দেহ দুই তর কোবের দ্বারা গঠিত এবং খাদ্যগ্রহণ ও দেহের অসার পদার্থ পরিত্যাগ, এই দুটি কাজই এরা সম্পন্ন করে যাত্র একটি নালীপথের দ্বারা।

সমুদ্রের সব জায়গায় প্রবাল দেখা যায় না। সাধারণতঃ 25° উত্তর অক্ষাংশ থেকে 25° দক্ষিণ অক্ষাংশের মধ্যে অর্থাৎ মোটামুটি উষ্ণমণ্ডল নামে পরিচিত অঞ্চলের সমুদ্রে 1000 ফুট গভীরতার কমপক্ষে 70' ফারেনহাইট উষ্ণতার পরিধার জলে প্রবাল কীট দল বেঁধে বাস করে। তাছাড়া নরওয়ের উপকূললগ্ন সর্দীর্ণ সমুদ্রখাতের গভীর ঠাণ্ডা জলেও এক জৈবীর প্রবাল দলবদ্ধ হয়ে বাস করে। প্রবাল কীট জন্মগ্রহণ করে সাধারণতঃ মে থেকে অক্টোবর মাসের মধ্যে। জন্মগ্রহণের সময় এক-একটি প্রবাল কীটের বাস হয় মাত্র এক মিলিমিটার। এরপর শরীর থেকে চুনজাতীর এক রকম পদার্থ বের হয়ে এদের আকার দ্রুত বৃদ্ধি পায় এবং শরীরের চারদিকে নলের মত বহু শাখা-প্রশাখা বের হতে থাকে। কয়েক বছর ভিত্তির মধ্যেই এদের ওজন দাঁড়ায় 700 গ্রামের মত। দৈনিক আকৃতিক মত প্রবাল কীটের বংশবিস্তার পছড়িতও বড় মজার। পূর্ণাঙ্গ প্রবাল কীটের দেহের বিভিন্ন অংশ থেকে গাছের ডালপালার মত অনেক উপাঙ্গ বের হয়। এদের প্রত্যেকটির আলাদা আলাদা হাত, মুখ ইত্যাদি থাকে। পরে সময় ও পরিবেশ অনুযায়ী এই সব উপাঙ্গ মূল কীট থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে এক-একটি পূর্ণাঙ্গ প্রবাল কীটে পরিণত হয়। কয়েক জৈবীর প্রবালের খুব থেকেও এভাবে প্রবাল কীট জন্মায়। প্রবাল কীটের আরেকটি বৈশিষ্ট্য হচ্ছে—এদের কোন দিন স্থান ত্যাগ করতে দেখা যায় না—যে জায়গায় জন্মায়, ঠিক সেই জায়গাতেই প্রাণত্যাগ করে। বংশাবৃত্তমে এই অবস্থা চলবার কালে এদের বৃদ্ধদেহের ছুপ একটার উপর আরেকটা সঞ্চিত হয়ে কালক্রমে বিরাট প্রবাল খেলার সৃষ্টি করে।

আগে অনেকের ধারণা ছিল, প্রবাল কীট বৃষ্টি নিরাশ্রিত জীব। পরে বিশেষজ্ঞদের পরীক্ষার সে ধারণা ভুল বলে প্রমাণিত হয়েছে। এদের দেহাশ্রিত এককোষী উদ্ভিদ এদের জীবনধারণের পক্ষে খুব উপকারী। এরা সমুদ্রজলের



অস্বাভাবিক থেকে অস্বাভাবিক টেনে নিয়ে প্রবাল কীটের দৈহিক বৃদ্ধিতে সাহায্য করে। প্রবাল কীটের ক্ষেত্রে অতি ক্ষুদ্র, অথচ বারান্দা হলবিলিট একাধিক তৃণ আছে। খুব ছোট ছোট সামুদ্রিক প্রাণীকে কাছাকাছি পেলেই প্রবাল কীট তার এই তৃণ দিয়ে তাদের শিকার করে। প্রবালের এই শিকার ধরা কেবল রাত্রিবেলাতেই চলে। অত্যন্ত কীট-পতনের মত প্রবাল কীটও প্রথমে ডিম প্রসব করে। নিষিক্ত ডিম থেকে শূককীট বের হয়। জন্মের সময় এদের আকার হয় আলপিনের মাথার মত এবং মুখ বা কঁচাল দেখা যায় না। শূককীট অবস্থায় এরা এক জায়গায় আবদ্ধ থাকে না, সমুদ্রশ্রোত বা তরলের আঘাতে এক স্থান থেকে আরেক স্থানে ভেসে বেড়ায়। আশ্রয় গ্রহণের উপযুক্ত নিরাপদ স্থান খুঁজে পেলে তবেই এদের মুখবিবরের উৎপত্তি হয় এবং দেহের চারদিকে চুনজাতীয় পদার্থের সৃষ্টি হয়।

২ং, আকৃতি প্রকৃতি অনুযায়ী প্রবালকে একাধিক শ্রেণীতে ভাগ করা হয়েছে। এদের মধ্যে স্তরিত বহাস্মগরের মাশকম কোরালই বোধ হয় সৌন্দর্যের দিক দিয়ে সর্বোচ্চ। দেখতে অনেকটা ব্যাঙের ছাতার মত বলে এদের এই নাম দেওয়া হয়েছে। মাশকম কোরালের এক-একটির ব্যাস এক ফুটের মত হয়ে থাকে। জীবিত অবস্থায় দূর থেকে এদের দেখলে নানা রঙে রঙীন বেশ বড় আকারের ফুল বলে ভুল করা অসম্ভব নয়। আরেক শ্রেণীর প্রবালের নাম সি-পেন অর্থাৎ সমুদ্র-কলম, লম্বায় এরা দশ থেকে বারো ইঞ্চি এবং দেখতে অনেকটা লোমবিলিট পানীয় পালকের তৈরি কলমের মত। এরা নানা রঙের হয়ে থাকে। বিভিন্ন প্রবালের মধ্যে রেড কোরাল বা লাল প্রবালট সবচেয়ে মূল্যবান বলে পরিচিত। ছোট আকারের এই প্রবালগুলিকে সমুদ্রের তলায় দেখতে অনেকটা গাছ থেকে ফুলে থাকা লাল ফুলের গুচ্ছ বলে মনে হয়। রেড কোরাল সংগ্রহের জন্তে ভূমধ্যসাগরের তীরবর্তী কয়েকটি সহরে রক্ত-বাৎসারীরা রীতিমত বড় বড় কিশোরী স্থাপন করেছে। এগুলি ছাড়াও লিক কোরাল, কীর্ণ কোরাল, টিউব কোরাল ইত্যাদি আরো বহু রকমের প্রবাল দেখা যায়।

বিভিন্ন শ্রেণীর প্রবাল ভূপ, অর্থাৎ বেলা শৈল, প্রবাল প্রাচীর এবং প্রবাল বলয়ের উৎপত্তি সম্বন্ধে ভাবছেন, সার জন মারে, ডালি প্রকৃতি বিজ্ঞানীরা নিজস্ব তথ্য ও বুদ্ধি দেখিয়েছেন, কিন্তু এর কোনটিই পুরাপুরি ও নিখুঁতভাবে এই রহস্যের ব্যাখ্যা করতে পারে নি। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এগুলির বাচাই করতে গিয়ে প্রত্যেকটি ভয়েরই কিছু না কিছু ক্রটি ধরা পড়েছে। তবে হার্বার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক ডালি 1915 খৃষ্টাব্দে প্রবাল ভূপের সৃষ্টি সম্বন্ধে যে ভয়ের অবতারণা করেছেন—কিছু ক্রটি থাকলেও সেটিকেই সমীচীনক নির্ভর-যোগ্য মতবাদ বলে স্বীকার করা হয়। অধ্যাপক ডালির মতে, হিমযুগের প্রারম্ভে পৃথিবীর উত্তর ও দক্ষিণ পোলার্শ সম্পূর্ণ বরফে আবৃত হয়ে পড়ে এবং সমুদ্রতলের উচ্চতা ও উচ্চতা হ্রাসই অকস্মাৎ অতিরিক্ত বরফ বৃদ্ধি পায়, ফলে প্রবাল ভূপগুলিও তেলে চূষ্য হতে যায়। বিরাট সমুদ্র তরঙ্গের প্রবল আঘাতে উপকূল ও দ্বীপগুলির চারদিকে নির্ভর মত অসংখ্য



বাণের নষ্ট হয় এবং উঁচু পর্বতশৃঙ্গগুলিও ক্রমে কম গৈতে থাকে। হিমবাহের অবসানে সমুদ্রগুলি তাদের বাতাবিক অবস্থার ক্রমে এসে সমুদ্র-কীট বলে বলে এসে সমুদ্রের তলাদেশে নষ্ট এই ধাপগুলিতে আবার নের এক ক্রমে ক্রমে বিভিন্ন প্রকারের প্রবাল ভূপ নষ্ট করে।

অন্যোক্ত নৈল

## পারদর্শিতার পরীক্ষা

নীচে 10টি প্রশ্ন দেওয়া হলো। প্রতিটি প্রশ্নের সঙ্গে তিনটি করে উত্তর দেওয়া আছে—কোনটি সঠিক বলতে হবে। প্রতি প্রশ্নে 10 নম্বর আছে। তুমি মোট বড় নম্বর পাবে, সেই অনুযায়ী বিজ্ঞানে তোমার পারদর্শিতার একটা মোটামুটি হিসাব করতে পারবে। 80 বা তার উপরে নম্বর পেলে পারদর্শিতা খুব বেশী, 60 বা 70 পেলে পারদর্শিতা বেশী, 40 বা 50 পেলে পারদর্শিতা হলো চলনসই, আর তার নীচে নম্বর পেলে মজ্জা নিম্নায়োজন।

1. আকাশে যে দায়বহু সচরাচর দেখা যায়, তার সবচেয়ে উপরের অংশের নাম হলো

- ক) লাল।
- খ) নীল।
- গ) বেগুনী।

2. চন্দ্রগ্রহণের সময়

- ক) পূর্ণগ্রহণ কখনোই সম্ভব নয়।
- খ) আংশিক গ্রহণ কখনোই সম্ভব নয়।
- গ) বলয়-গ্রহণ কখনোই সম্ভব নয়।

3. জলে ভিজা কাপড় ঠাণ্ডা লাগে, কারণ

- ক) জলের তাপমাত্রা সব সময়ই কম থাকে।
- খ) ভিজা কাপড় থেকে বাষ্পীভবনের লীন তাপ সংগৃহীত হয়।
- গ) কাপড়ের সঙ্গে জলের বিক্রিয়ার তাপ শোষিত হয়।

4. চিনির সম্বন্ধে হিমাঙ্ক হচ্ছে

- ক)  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেড।
- খ)  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেডের চেয়ে কম।
- গ)  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেডের চেয়ে বেশী।



5. সোডার কলে অবশীষিত থাকে
  - ক) হাইড্রোজেন।
  - খ) নাইট্রোজেন।
  - গ) কার্বন ডাই-অক্সাইড।
6. 22 ক্যারিট সোনার বিত্তক সোনা থাকে
  - ক) শতকরা 71.9 ভাগ।
  - খ) শতকরা 79.1 ভাগ।
  - গ) শতকরা 91.7 ভাগ।
7. মহত্ত্বসেহে বকুতের অবস্থান হলে উত্তরের
  - ক) মধ্য ভাগে।
  - খ) ডান দিকে।
  - গ) বাম দিকে।
8. ভিটামিন-এ সর্বাধিক বৈশি পরিমাণে আছে
  - ক) কমলালেবুতে।
  - খ) টেঁকিহাঁটা চাউলে।
  - গ) কড-লিভার অয়েলে।
9. বায়ুতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ
  - ক) শতকরা 0.03 ভাগ।
  - খ) শতকরা 03 ভাগ।
  - গ) শতকরা 3.0 ভাগ।
10. বায়ুতের পরিভাক নিঃবাসে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ
  - ক) শতকরা 0.45 ভাগ।
  - খ) শতকরা 4.5 ভাগ।
  - গ) শতকরা 45 ভাগ।

( উত্তরের ভতে 316নং পৃষ্ঠা দেখ )

অধ্যাপক নারায়ণ ও অধ্যাপক বসু



## পৃথিবীর উৎপত্তি

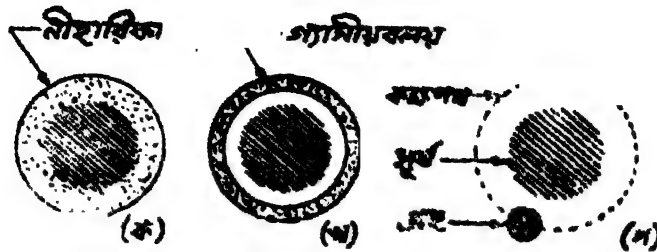
যে পৃথিবীতে আমরা বাস করি, আমরা প্রতিদিনই চলাফেরা করি, সেই পৃথিবীটা হচ্ছে একটা বিরাট গোলক, যার ব্যাসার্ধ প্রায় 4,000 মাইল। পৃথিবীকে সৌরজগৎ থেকে আলাদা করে দেখলে বিপাক মনে হয়। কিন্তু সৌরজগতে পৃথিবী হচ্ছে সামান্য একটা ছোট গ্রহ। বিশ্বব্রহ্মাণ্ডে সূর্য অতীত নিশ্চয়ই কোন এক বিচিত্র ঘটনার মধ্যেই এই পৃথিবী ও সৌরমণ্ডলীর জন্ম হয়েছে। পৃথিবীর জন্ম হলো কি করে, এর উৎপত্তি কোথায়?—এই প্রশ্ন সূর্য অতীত থেকেই বিজ্ঞানীমহলে এক আলোড়ন সৃষ্টি করেছে এবং বিজ্ঞানীরা এসবকে সঠিক উত্তর খুঁজে বের করতে প্রয়াসী হয়েছেন। বিভিন্ন বিজ্ঞানী বিভিন্নভাবে পৃথিবীর উৎপত্তির কথা ব্যাখ্যা করেছেন—বর্তমান প্রবন্ধে এই সবকিছুই কিছু আলোচনা করা হচ্ছে।

পৃথিবীর উৎপত্তি সম্বন্ধে মূলতঃ তিনটি প্রকল্পের (Hypothesis) কথা উল্লেখযোগ্য—(ক) নীহারিকা প্রকল্প (Nebular Hypothesis); (খ) অতি ক্ষুদ্র গ্রহ প্রকল্প (Planetesimal Hypothesis) এবং (গ) গ্যাসীয় টাইডাল প্রকল্প (Gaseous Tidal Hypothesis)।

(ক) নীহারিকা প্রকল্প—1755 ও 1796 খৃষ্টাব্দে যথাক্রমে বিজ্ঞানী কান্ট (Kant) ও লাপ্লাস (Laplace) সর্বপ্রথম তত্ত্বগতভাবে পৃথিবীর উৎস সম্বন্ধে আলোচনা করেন। তাঁদের এই তত্ত্বকে নীহারিকা প্রকল্প আখ্যা দেওয়া হয়েছে। এই প্রকল্পে ধরে নেওয়া হয়েছে যে, সূর্য অতীতে মহাপুঞ্জ ঘূর্ণায়মান কোন এক সুবৃহৎ অগ্নিতপ্ত গ্যাসীয় নীহারিকার (Nebula) অঙ্গি ছিল। ক্রমিক শীতলীভবনের ফলে এই নীহারিকার সঙ্কোচন ঘটে এবং ফলে এর নিজ অক্ষ ঘূর্ণন গতি (Speed) বেড়ে যায়। যত বেশী শীতল হয়, নীহারিকার তত বেশী সঙ্কোচন ঘটে এবং ঘূর্ণন গতি বাড়তে থাকে। ফলে কেন্দ্রাভিগ বল (Centrifugal force) ক্রমশঃ বেড়ে যায় এবং নীহারিকার নিরক্ষীয় অঞ্চল (Equatorial zone) ফুলে ওঠে। শেষ পর্যন্ত বলয় (Ring) নীহারিকার পদার্থ থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। এই বলয়ের পদার্থ একত্রিত হয়ে গোলকের আকার ধারণ করে এবং নীহারিকার চারদিকে ঘুরতে থাকে পূর্বের বলয়-পথে (1ম চিত্র প্রদর্শন)। ঠিক একইরূপে বাকি বলয়ের জন্ম হয়েছে। এদের মধ্যে নব্বটা আবার বিভিন্ন গ্রহের আকার ধারণ করেছে এবং অবশিষ্ট একটা বলয় টুকরা টুকরা হয়ে ভেঙে গিয়ে নক্ষত্রাশির সৃষ্টি করেছে। নীহারিকার অবশিষ্ট উজ্জলভাবে প্রজ্বলিত কেন্দ্রীয় পদার্থ পূর্বের জন্ম দিয়েছে। এভাবেই সৌরজগতের উৎপত্তি হয়েছে। এখানে সিদ্ধান্ত কল্পনে ভুল হবে না যে, গ্রহাণু (Planets) প্রথমে গ্যাসীয় অবস্থায় ছিল এবং



ক্রমাগত ঠাণ্ডা হবার কালে এগুলি প্রথমে তরল এবং শেষ পর্যন্ত কঠিন অবস্থার রূপান্তরিত হয়েছে। সুদীর্ঘ 200 বছর ধাবৎ বিজ্ঞানীরা এই প্রক্রিয়া দৃঢ় বিশ্বাসী ছিলেন। কিন্তু কালক্রমে এই প্রক্রিয়া বিজ্ঞানীমহলে ক্রমশঃই অসমর্থনযোগ্য হয়ে উঠেছে; কারণ এই প্রক্রিয়া সৌরজগতে



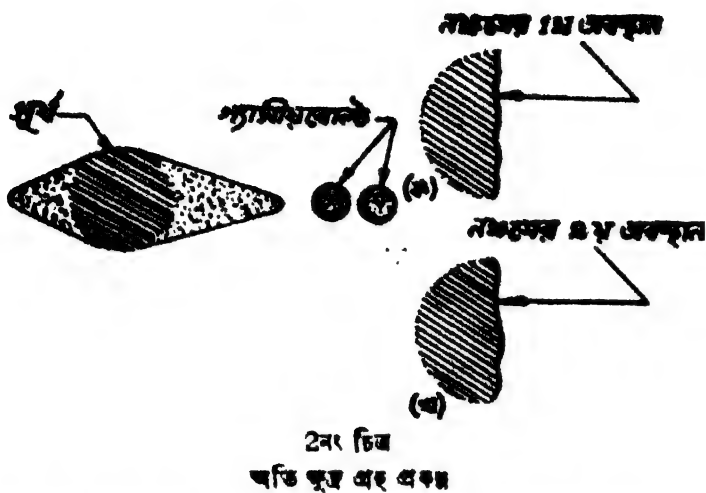
1নং চিত্র  
নীহারিকা প্রক্রিয়া

গৌণিক ভরবেগের অধিনাশিতা সূত্রকে (Principle of conservation of angular momentum) লিঙ্ক করেন না। এছাড়া নীহারিকা প্রক্রিয়া যদি নিভুল হতো, তবে প্রাচীন নীহারিকার ধ্বংসাবশেষ, কেন্দ্রীয় অংশ যেটাকে আমরা সূর্য বলে জেনেছি, তা বর্তমানে আরও তীব্রবেগে ঘুরতে থাকবার কথা এবং ঠিক একইভাবে অন্ত আর একটা বলয় এবং পরে তা থেকে ভিন্ন গ্রহের জন্ম নেওয়াই স্বাভাবিক হতো।

(খ) অতি ক্ষুদ্র গ্রহ প্রক্রিয়া—বহুকাল পরে 1904 খৃষ্টাব্দে বিনিষ্ট বিজ্ঞানী চ্যাম্বারলিন (Chamberlin) এবং মলটোন (Moulton) পৃথিবীর উৎপত্তি সম্বন্ধে আরও বেশী সমর্থনযোগ্য প্রক্রিয়ার অবতারণা করতে সক্ষম হন। এই প্রক্রিয়াকে অতি ক্ষুদ্র গ্রহ প্রক্রিয়া নামে অভিহিত করেছেন বিজ্ঞানীরা। বিজ্ঞানীদের মতে, বহু প্রাচীন কালে সূর্য ও অন্ত কোন এক স্তব্ধ নক্ষত্রের মধ্যে পরস্পর প্রতিক্রিয়ায় (Mutual interaction) কলেই বিভিন্ন গ্রহের উৎপত্তি সম্ভব হয়েছে। এই প্রক্রিয়া জানা যায় যে, স্তব্ধ আকারের কোনও এক নক্ষত্রের ক্রমশঃ সূর্যের কাছে এগিয়ে আসবার কালে সূর্যের উপরিতলে ডেউয়ের আকারে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র উঁচু-নীচু বিকৃতি দেখা যায়। এগুলি শেষ পর্যন্ত গ্যাসীয় বোন্টের আকারে সূর্য থেকে ছিটকে বেরিয়ে আসে এবং বহু দূরে শূন্যে অবস্থান করে। গ্যাসীয় সৌর পদার্থের উপাদানে গঠিত এসব বোন্টগুলি ঠাণ্ডা হতে থাকে এবং অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কঠিন পদার্থ অতি ক্ষুদ্র গ্রহে (Planetesimals) পরিণত হয়। এই অতি ক্ষুদ্র গ্রহের বাকি বিভিন্ন ভিত্তিকৃতি কক্ষপথে (Elliptical orbit) সূর্যের চারদিকে প্রদক্ষিণ করতে থাকে এবং এভাবে প্রদক্ষিণ করতে করতে কোন এক সময়ে নিজেদের মধ্যে বাঁকা খেয়ে এদের বিলন ঘটে। এভাবে অতি ক্ষুদ্র গ্রহরাশি নিজেদের মধ্যে সংযোগ স্থাপন করে বৃহৎ আকারের গ্রহে রূপান্তরিত হয়। অতি ক্ষুদ্র গ্রহরাশি চলবার পথে



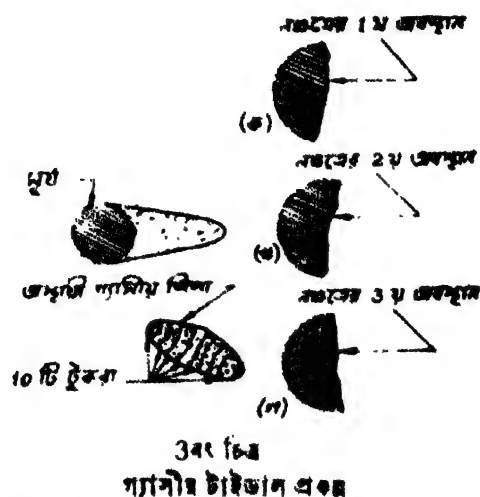
নিজের মতো প্রবলবেগে থাকা খার এবং নিজের মতো বোম্বুজ স্থাপন করে প্রচুর তাপের অভ্যাস ঘটায়। এই তাপ পরবর্তী থাকা খাবার আগেই বাতাসে ছড়িয়ে পড়ে এবং বাতাসেই স্টে গ্রহ সর্বদাই কঠিন আকারে থাকতে সক্ষম হয়। যদি কোমল সময় অভিকর্ষ প্রহের মতো থাকা খাবার প্রবণতা বেড়ে যায় এবং উচ্চ তাপ যদি তাকাতাড়ি বাতাসে ছড়িয়ে পড়তে না পারে, তবে গ্রহগুলি গলিত পদার্থে পরিণত হয় এবং মাঝে মাঝে উচ্চ পিণ্ডের আকারে করে পড়ে (2নং চিত্র জেটাব)।



(গ) পানীয় টাইডাল প্রকল্প — এই প্রকল্প সর্বাধিক প্রসিদ্ধ এবং গ্রহপোষা। এই প্রকল্পের সৃষ্টিকর্তা বিশিষ্ট বিজ্ঞানী জিন্স (Jeans) এবং জেক্রি (Jeffrey)। এই প্রকল্প (খ)—এ বর্ণিত প্রকল্প অপেক্ষা কিছুটা ভিন্ন। জিন্স এবং জেক্রির মতবাদ অনুযায়ী—সুদূর অতীতে কোনও এক সুবৃহৎ নক্ষত্র শূন্যে নিজের পথে দ্রুত দ্রুত সূর্যের সান্নিধ্যে হঠাৎ এলে পড়ে। এই সুবৃহৎ নক্ষত্র আস্তে আস্তে বড়ই সূর্যের কাছে আসতে শুরু হয়, ততই এক ধরনের আকর্ষণজনিত বল (Tidal pull) সূর্যের উপরিভাগে অস্বস্ত হতে থাকে এবং সূর্যের উপরিভাগের কিছু অংশ এই টানে স্বীত হয়। নক্ষত্র বড়ই সূর্যের কাছে আসতে থাকে, ততই এই টান বেড়ে যায় এবং তার ফলে স্বীত অংশ প্রবলবেগে বর্ণিত হয়ে যায়। সূর্যের কাছে নক্ষত্রটি চরম সীমার পৌঁছাবার পর নক্ষত্র নিজ কক্ষপথে আবার সূর্য থেকে পিছিয়ে যেতে শুরু করে। ঠিক এমন সময়ে সূর্যের উপরিভাগের স্বীত অংশ নক্ষত্রের প্রচণ্ড আকর্ষণশক্তির ফলে সূর্য থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে পিণ্ডের তার বিশেষ আকার ধারণ করে—সাবধানকী বোটা ও হুই প্রাপ্ত সন্ধ্যা। এই প্রচণ্ড ভারী পানীয় বিচ্ছিন্ন অংশ প্রকৃতিতে একেবারেই অস্বস্তী এবং এটা সঙ্গে সঙ্গে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত হয়ে যায়। সর্বশেষে একাধিক দশটি টুকরার সৃষ্টি হয়েছে, যেগুলির মধ্যে নয়টি হচ্ছে বিভিন্ন গ্রহ



কল্পনা করি। অবশিষ্ট একটি অংশ আরও ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত হয়ে গ্রহাণুপুঞ্জের (Planetoids) রূপ নিয়েছে। এই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশ গোলকের আকার ধারণ করে নির্দিষ্ট কক্ষপথে সূর্যের চারদিকে ঘুরতে থাকে এবং ক্রমশঃ ঠাণ্ডা হয়ে প্রথমে তরল ও পরে কঠিন রূপ ধারণ করে (3নং চিত্র জড়িত)। তদানীন্তন কালে এই প্রথম বিজ্ঞানীমহলে বেশ আদৃত হয়েছিল এবং বিজ্ঞানীরা এই প্রকল্পে দৃঢ় বিশ্বাসী ছিলেন।



বহুকাল পরে এই প্রকল্পও ভুল প্রমাণিত হয়েছে এবং প্রখ্যাত জ্যোতির্বিদ ওটো স্মিট্ (Otto Schmidt) এবং সি. ভন. ওয়েট্‌সাকার (C. Von. Weizsacker) বলেন যে, মহাপুঞ্জ পরিবাপ্ত বিভিন্ন পদার্থ থেকেই এসব গ্রহের সৃষ্টি হয়েছে। ওয়েট্‌সাকার বলেন যে, এক রকম খালাকৃতির মেঘ (ভিন্নভিন্ন গ্যাসকণা দ্বারা উপাদান) ক্রমাগত সূর্যকে প্রদক্ষিণ করছে। প্রদক্ষিণকালে মেঘের মধ্যে হুড়িয়ে-হিটিয়ে থাকা বিভিন্ন গ্যাসকণা নিজস্বের মধ্যে সংযুক্ত হয়ে ক্রমশঃ বড় হতে থাকে এবং এরা শেষ পর্যন্ত বিভিন্ন গ্রহে পরিণত হয়। স্মিট্, স্বীকার করেন যে, প্রথমে বিভিন্ন সাইজের প্রোটো-প্ল্যানেটারি (Proto-Planetary) বস্তুর সমাবেশ ঘটে এবং পরে তাদের পরস্পর সংযুক্ত হওয়াই বিভিন্ন গ্রহ উৎপত্তির মূল কথা। সূর্য থেকে বিভিন্ন গ্রহের দূরত্ব, সৌরজগতে কৌণিক ভরবেগ (Angular momentum) বন্টন, সূর্যের চারদ্বারে বিভিন্ন গ্রহের প্রদক্ষিণের কারণ ইত্যাদি নানা বিষয়ের উপযুক্ত ব্যাখ্যা স্মিট্, প্রকল্পে পাওয়া যায়।

পৃথিবীর উৎপত্তি সম্বন্ধে আরও বেশী সম্ভাবজনকভাবে আলোচনা করার জন্যে এখনও বিজ্ঞানীমহলে কয়েকটি চেষ্টা চলছে। অদূর ভবিষ্যতে হয়তো বিজ্ঞানীরা পৃথিবীর উৎপত্তি সম্বন্ধে একমত হতে পারবেন এবং পৃথিবীর উৎপত্তি সম্বন্ধে একটা সুনিশ্চিত পদ্ধতি তাদের অবতারণা করতে সক্ষম হবেন।



## উত্তর

( পারদর্শিতার পরীক্ষা )

1. (ক)
2. (গ)
3. (খ)
4. (খ)
5. (গ)
6. (গ)

[ একেবারে বিস্তৃত সোঁদাকে 24 ক্যারিট করা হয়। ]

7. (খ)
8. (গ)
9. (ক)
10. (খ)

## প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1. : ডায়াবেটিস রোগটা কি ?

কমলেশ চাটার্জী ও দীপেন চৌধুরী, রানপুরহাট।

উত্তর 1. : রক্তে চিনির পরিমাণ বেড়ে যাওয়া এবং প্রস্রাবের সঙ্গে চিনি নির্গমন—এগুলিই ডায়াবেটিস রোগের প্রধান উপসর্গ। এর ফলে শরীরে কার্বোহাইড্রেট, স্নেহজাতীয় পদার্থ, প্রোটিন ও অন্যান্য খাদ্যবস্তুর বিপাকের বিভিন্ন রকম গোলযোগ দেখা যায়।

আমরা যে সব খাদ্যবস্তু গ্রহণ করি, শরীর সেগুলি বিভিন্ন পরিণামে ক্রিয়ার মাধ্যমে গ্রহণ করে। এই পরিণামের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় উত্তেজক রস শরীরের বিভিন্ন গ্রন্থি থেকে নিঃসৃত হয়। অগ্ন্যাশয়ের বিটা কক্ষ কোষ থেকে একপ্রকার হরমোন বা উত্তেজক রস নিঃসৃত হয়। এই উত্তেজক রসকে বলা হয় ইনসুলিন। এই ইনসুলিন কার্বোহাইড্রেটের বিপাকের ক্ষেত্রে একান্তই অপরিহার্য। এর অভাব হলে চিনি বিপাকের ক্ষেত্রে কোষের অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে পারেনা। যে কোন কারণে যদি কোন যুগ্ম ব্যক্তির শরীরে চিনির পরিমাণ বেড়ে যায়, ইনসুলিনের করণও আত্মপাতিক হিসাবে



যাড়ে এবং হৃদয়ে চিনির পরিমাণ একটা স্বাভাবিক মাত্রার মধ্যে এনে পড়ে। এইভাবে ইন্সুলিন হৃদয়ে চিনির সমতা বজায় রাখে।

ভার্যাবোটস রোঙ্গিদের ক্ষেত্রে বিটাকোষ থেকে নিঃসৃত ইনহুলিনের কারণ না হওয়ার ক্ষেত্রে তিনি পরিমাণ বাড়তে থাকে। এক্ষেত্রে তাকে তিনি অভিজ্ঞতামূলক দ্বারা বোঝে গেলে প্রভাবের সঙ্গে নির্গত হয়।

শ্রীমদ্ভগবদ্গীতা

• ইনস্টিটিউট অব এডিও-কমিউন অ্যাণ্ড ইলেকট্রনিক্স, বিজ্ঞান কেন্দ্র, কলিকাতা ৭

## বিবিধ

### 1973 সালে বিজ্ঞানে রবীন্দ্র পুরস্কার

১৯৭৩ সালে বিজ্ঞানে স্বর্ন পুরস্কার পেয়েছেন বৌদ্ধভাবে বন্যাক্রমে ডাউর অতিপ্রসাদ মল্লিক তাঁর 'অপরাধী জগতের শব্দকোষ' এবং 'অপরাধী জগতের ভাষা' এবং ডাউর অবলেন্দু ব্রিত তাঁর 'গানের সংস্কৃতি' পুস্তকের জন্যে। এই পুরস্কারের আর্থিক মূল্য ৫০০০ টাকা। উভয় লেখককে এই পুরস্কার স্বাধীন হু-ভাগে ভাগ করে দেওয়া হবে।

**অধ্যাপক ত্রিবিজয়কুমার সেন** স্নাতক স্নাতকোত্তর

গত ৭ই মার্চ বিবধিভাগের বিজ্ঞান কলেজ  
 দাখা ইনস্টিটিউট অফ নিউক্লিয়ার ফিজিক্স-এ  
 নিবন্ধিত হিমাচল প্রদেশ বিবধিভাগের পণ্ডিত  
 বিভাগের অধ্যাপক শি-এল-ভাটনগর দ্বিতীয়  
 বার্ষিক 'অধ্যাপক নিম্নলিখিত মেন 'স্মারক বক্তৃতা'  
 প্রদান করেন। তাঁর বক্তৃতার বিষয়বস্তু ছিল  
 'ধূঁপায়মান তরল ও বায়ব পদার্থ'। কলিকাতা  
 পণ্ডিত সমিতির উদ্যোগে আয়োজিত এই সভার  
 পৌরোহিত্য করেন জাতীয় অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ  
 বসু।

### বিশ্ব সাহিত্যে জাতীর পুনরুত্থান

1973 ମାସେ ମହମ୍ମଦ କାତୀର ନିଜ ମାହିତ୍ୟ  
ମୁକଦ୍ଦାର ଅଭିଯୋଗିତାର ଶୁଭ୍‌ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ଦାନ, ଶୁଭ୍‌ସେବା

বিদ্যাদ ও ঐগাথাকাত যতলেৰ লেখা বিজ্ঞান-  
পুস্তক 'জীবনের বিদ্যা' বাংলা ভাষায় পুস্তক-বিজ্ঞানী  
পুস্তক হিসাবে প্রবীত হয়েছে। এই পুস্তকের  
আর্থিক মূল্য ১০০০ টাকা।

## দ্বিতীয় বার্ষিক কলিত গণিত গবেষণা আলোচনা-ক্রেত

গত ৪ঠা মার্চ বিজ্ঞান কলেজের সাহা ইনস্টিটিউটে দু-দিনব্যাপী 'প্রাক্তন গণপরিবহন এবং আহিত কনিকার সমাবেশ' সম্পর্কে বহির্বিভাগীয় আলোচনা-চক্রের উদ্বোধন-অনুষ্ঠান হয়। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের উপাচার্য ও কলিকাতা গণিতের উচ্চতর গবেষণা কেন্দ্রের চেয়ারম্যান ডক্টর সত্যেন্দ্রনাথ সেন সমবেত প্রতিনিধিদের অভ্যর্থনা জ্ঞাপন করেন। অধ্যাপক পি. এল. ডাউসনগর অনুষ্ঠানে সভাপতিত্ব করেন এবং জাতীয় অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু ভাষণ দেন।

## ਸਰਸਵਤੀ ਦੇਵੀ ਦਾ ਦਿਨ

ইউ. এন. আই. কর্তৃক মৃত্যু বিলী থেকে  
 এচাৰিত এক সংবাদে প্রকাশ—বাংলা বা মেয়ে  
 এনার নিরাশ্রিতকোজীয়া ঘোড়নের অজ্ঞান মেটোতে  
 পায়বেন। একজন মাকিন বাউ-বিজানী এই  
 মৃত্যু বাংলার আনিকৰ্ভ। এই বাংস তৈরি



হয়েছে সন্ধানিত থেকে। নিম্নোক্ত মাংস থেকে একেবারে স্বচ্ছ সাধারণ মাংসের মত। এতে প্রোটিনের পরিমাণও বেশী।

### গামারসি প্রয়োগে মৎস্য-সংরক্ষণ

সোভিয়েট সংবাদ সংস্থা এ. পি. এন. কর্তৃক প্রচারিত সংবাদে প্রকাশ—ইথের তামা পরমাণু গবেষণা কেন্দ্রের একদল বিজ্ঞানী মৎস্য মজুত ও সংরক্ষণের একটি পদ্ধতি উদ্ভাবন করেছেন।

সোভিয়েট ইউনিয়নের গামা-বিকিরণ গবেষণাগারের অধ্যক্ষ ডক্টর কারদালোভ তারত পরিভ্রমণ শেষ করে মস্কোর ফিরে এক সাক্ষাৎকারে বলেছেন, তামা গবেষণা কেন্দ্রের বিজ্ঞানীরা একটি গবেষণা জাহাজে চড়ে রাছের উপর গামারসি প্রয়োগ করে কতকগুলি পরীক্ষা করে দেখেছেন।

গামারসি প্রয়োগ করে সে সব মাছ অল্প তাপের মধ্যে রেখে দেয়া গেছে যে, তাদের মূল খাদ্য অক্সিজেন থাকে এবং এভাবে দীর্ঘকাল মজুত রাখা যায়।

বিকিরণ ব্যবহার রক্ষিত এসব মাছ খেয়ে মানবদেহে কোনরূপ বিরূপ কিয়ৎ দেখা যায় নি।

### বেশী ভিটামিন খাবার তুচ্ছ

নতুন দিল্লী থেকে ইউ. এন. আই. কর্তৃক প্রচারিত এক সংবাদে প্রকাশ—অতিমাত্রায় ভিটামিন খাওয়া খাব্যের পক্ষে ক্ষতিকর, সুটিন কারবানিউটিক্যাল সোসাইটি এই মর্মে হুঁসিয়ার করে দিয়েছে। সোসাইটির সভাপতি মি: জে. পি. কার বলেছেন—বধন-তখন ভিটামিন ট্যাবলেট খাবার ব্যাপারে সতর্ক হতে হবে। ভিটামিন এ ও ডি তৈরি করার ব্যাপারে সতর্ক করে দেবার ক্ষেত্রে তিনি সরকারকে দ্রুত ব্যবস্থা নিতে বলেছেন।

মার্কিন সুস্বাদুর খাদ্য ও ডেবল প্রাণিসম-এর (এক. ডি. এ.) এক প্রতিবেদনে বলা হয়েছে যে, দীর্ঘ দিন ধরে বেশী পরিমাণ ভিটামিন-এ

খাবার কলে মজিবে চাপ দৃষ্টি করে এবং এথেকে মজিবে টিউবার হতে পারে। অতিমাত্রায় ভিটামিন-এ (যেমন—কতগুলিভার অয়েল ও ফালিফটিনভার অয়েলে থাকে) খেলে শিশুদের দৈনিক বুদ্ধি প্রতিহত হতে এবং ভিটামিন ডি-তে মারাত্মক গঠন বাধাপ্রাপ্ত হতে দেখা গেছে।

### গোমর থেকে প্রোটিন-খাদ্য

নতুন দিল্লী থেকে ইউ. এন. আই. কর্তৃক প্রচারিত এক সংবাদে প্রকাশ—গোমর থেকে মার্কিন বিজ্ঞানীরা প্রোটিন তৈরির এক পদ্ধতি আবিষ্কার করেছেন। এই প্রোটিন থেকে গবাদি পশু, শূকর এবং মুরগীর ক্ষেত্রে পুষ্টির বাস্তব প্রভাব করা যাবে বলে গাভিরানে এক সংবাদ প্রকাশিত হয়েছে।

130 ডিগ্রী উত্তাপে গোমর উত্তপ্ত করলে যে সেলুলোজ গুলেগনি তৈরি হয়, গোমরের বীজাণুগুলি তা ধ্বংস হয়। এই তাপমাত্রার কলে গোমর এবং তার অভ্যন্তরস্থ বীজাণু প্রোটিনময় হতে পারে। এই গোমর তত্ত্ব করলে এর 60 শতাংশ বর্ণহীন প্রোটিনের উৎস পরিণত হয়।

বর্তমানে খাবারের গবাদি পশু ও গবেষণাগারে ইচ্ছার উপর এই প্রোটিন-খাদ্য প্রয়োগ করে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করা হচ্ছে।

### শৃঙ্গাল-মানব

কলকাতা থেকে ইউ. এন. আই. কর্তৃক প্রচারিত এক সংবাদে প্রকাশ—দক্ষিণ এশিয়ার পশ্চিম অরণ্য কাতারা খাবারের উপকর্মে এক বৃদ্ধা এক শৃঙ্গাল-মানবকে উদ্ধার করেছে। বালকটির বয়স আনুমানিক বাছো বছর। সে দু-হাত এবং দু-পা দিয়ে হেঁটে বেড়ায়। জানোয়ারের মত তীব্র আওয়াজ করে।

বৃদ্ধাটি এখন এই পশু-মানবের পালিতা বাত। সে বলেছে—হেস্লেট কাতা মাংস থেকে চায়। মিষ্টি বা স্নিকেরে তার কচি নেই।

অনেক পশু-বিশেষজ্ঞ বলেছেন : এই মানব সন্তানটি হয়তো কোন বৈকল্যের তত্ত্বকে বাহ্যিক হয়েছে।



# বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের শাখা গঠনের নিয়মাবলী

1. শাখার আদর্শ ও উদ্দেশ্য মূল পরিষদের আদর্শ ও উদ্দেশ্য অনুযায়ী হইবে।
2. শহর বা গ্রামে, সর্বত্রই শাখা স্থাপন করা যাইবে, তবে কোন শহর, যক্ষণ শহর বা গ্রামে একাধিক শাখা স্থাপন করা যাইবে না। কোন শাখা স্থাপন করিতে হইলে মূল পরিষদের কর্মসচিবের লিখিত অনুমোদন আবশ্যক।
3. স্থান অনুযায়ী শাখার নাম হইবে :—যেমন, বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ (বহরমপুর শাখা)। শাখার চিঠিপত্রে শাখার কার্যালয় এবং মূল পরিষদের কার্যালয়, উভয়ের ঠিকানাই লিখিত থাকিবে।
4. শাখার সভ্য সংখ্যা :—অন্ততঃ যশস্বন সভ্য লইয়া একটি শাখা গঠিত হইবে। প্রত্যেক শাখার সভ্যদের মধ্যে অন্ততঃ পাঁচজন মূল পরিষদের সভ্য থাকিতে হইবে। কোন অঞ্চলে মূল পরিষদের সভ্য থাকিলে তিনি স্বতঃই সেই অঞ্চলের শাখার সভ্য হইতে পারিবেন।
5. শাখার কার্যকরী সমিতি ও কর্মাধ্যক্ষ মণ্ডলী :—5/6 জন সভ্য লইয়া শাখার কার্যকরী সমিতি গঠিত হইবে। ইহারে মধ্যে সভাপতি, সম্পাদক ও কোষাধ্যক্ষকে লইয়া শাখার কর্মাধ্যক্ষ মণ্ডলী গঠিত হইবে।
6. মূল পরিষদের কর্মাধ্যক্ষ মণ্ডলী এবং শাখার কর্মাধ্যক্ষ মণ্ডলীতে একই ব্যক্তি থাকিতে পারিবেন না।
7. শাখার সভ্য টাঙ্গা :—কোন শাখা ইচ্ছা করিলে সাধারণ সভ্য ও ছাত্র সভ্যদের অন্ত পৃথক পৃথক টাঙ্গার হার তির করতে পারেন। তবে শাখার বার্ষিক সভ্য টাঙ্গা অন্ততঃ 3'00 টাকা হইবে। মূল পরিষদের সভ্যদের পক্ষে শাখাকে কোন টাঙ্গা দেওয়া বাধ্যতামূলক হইবে না।
8. প্রত্যেক শাখা হইতে মূল পরিষদকে 20'00 টাকা বার্ষিক টাঙ্গা দিতে হইবে।
9. মূল পরিষদ হইতে প্রত্যেক শাখাকে বিনামূল্যে প্রতি মাসে এক কপি “জ্ঞান ও বিজ্ঞান” পত্রিকা পাঠান হইবে। ইহা ছাড়া উক্ত পত্রিকা ও পরিষদ কর্তৃক প্রকাশিত পুস্তকে শাখাকে শতকরা 25 ভাগ কমিশন দেওয়া হইবে।
10. বীহাঙ্গা মূলপত্র মূল পরিষদের এবং কোন শাখার সভ্য, তাঁহারের সভ্য টাঙ্গা মূল পরিষদের কার্যালয়ে দিতে হইবে। “জ্ঞান ও বিজ্ঞান” পত্রিকা তাঁতালিককে সন্ধানি পাঠান হইবে। কোন শাখার প্রচেষ্টায় কেহ মূল পরিষদের নতুন সভ্য হইলে তাঁহার সভ্য টাঙ্গার শতকরা 15 ভাগ কমিশন সেই শাখা পাইবে।
11. শাখার বার্ষিক কার্যকারিত্বের অন্ত মূল পরিষদ কোনরূপ দায়ী থাকিবে না।
12. বিজ্ঞান প্রদর্শনী, বিজ্ঞানবিষয়ক বক্তৃতা ইত্যাদি অঙ্গষ্ঠানের আয়োজনে শাখাকে মূল পরিষদ হইতে বণাসাধ্য সাহায্য করা হইবে।



13. শাখা কর্তৃক আয়োজিত বিভিন্ন অঙ্গঠানের সংবাদ "জ্ঞান ও বিজ্ঞান" পত্রিকায় প্রকাশিত হইবে।
14. মূল পরিষদ কর্তৃক আয়োজিত সকল অঙ্গঠানে শাখাকে আবহ্রণ জানান হইবে।
15. মূল পরিষদের সংগঠন উপন্যাসিত - প্রত্যেক শাখার সম্পাদক বা তাঁহার প্রতিনিধি থাকিবেন।
16. শাখার পক্ষ হইতে কোনরূপ প্রকাশনার ব্যয়সা, অঙ্গঠানের আয়োজন, সরঞ্জামী অঙ্গঠানের স্তম্ভ আবেদন ইত্যাদি বিষয়ে মূল পরিষদের কর্মসূচির নিষিদ্ধ অঙ্গযোগন প্রয়োজন।
17. প্রতি বৎসর শাখার কার্যবিবরণী ও পরীক্ষিত হিসাব পরিষদের মূল কার্যালয়ে পাঠাইতে হইবে।
18. মূল পরিষদের কর্মসূচির বা তাঁহার প্রতিনিধি হিসাবে পরিষদের কোন সত্ত্ব পূর্ববেক্ষক রূপে শাখার যে কোন সত্তার উপস্থিত থাকিতে পারিবেন।
19. মূল পরিষদের কার্যকরী সমিতি প্রয়োজনবোধে যে কোন শাখাকে দাঙিল করিতে পারিবেন।
20. কোন শাখা বন্ধ হইয়া গেলে তাঁহার সকল দায়দায়িত্ব চুকাইয়া যদি কোন আবার বা আবার সম্পত্তি থাকে, তবে সেইগুলি মূল পরিষদে বর্তাইবে।
21. মূল পরিষদের কার্যকরী সমিতি প্রয়োজনবোধে উপরিউক্ত নিয়মগুলি পরিবর্তন, পরিবর্তন বা পরিবর্তন করিতে পারিবেন।

প্রচার সম্পাদক—প্রমোদচন্দ্র ভট্টাচার্য

প্রবন্ধবিভাগ: ভট্টাচার্য কর্তৃক পি-২৩, রাজা হারকৃষ্ণ ষ্ট্রীট, কলিকাতা-৬ হইতে প্রকাশিত এবং প্রকাশ  
37/7 বেনিয়ার্টোলা রোড, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত।



মাটি, সিমেন্ট, কংক্রিট, শিলা, আকরিক, খনিজ, বাতু,  
(পেট্রোলিয়াম, বিটুমিনাস প্রভৃতি) পরীক্ষার সহায়কসমূহ  
এবং সরঞ্জামাদির জন্ম—

যোগাযোগ করুন :—

**জিওসিন্টি সিঙ্ক্রিট প্রাইভেট লিমিটেড**

১৩৭, বিম্বী রাসবিহারী বসু রোড,  
কলিকাতা-১

গ্রাম : জিওসিন (GEOSYN)

ফোন : ২২-০০৭১







## A NAME TO REMEMBER

HAVING VAST EXPERIENCE IN MANUFACTURING QUALITY WIRE WOUND RESISTORS & ALLIED PRODUCTS COVERING A WIDE RANGE OF SIZES & TYPES.

Continuous period of supply to many major Electrical & Electronic projects throughout the country.

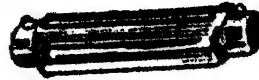
MADE STRICTLY ACCORDING TO ISI AND INTERNATIONAL SPECIFICATION SUITABLE FOR ELECTRICAL & ELECTRONIC APPLICATION. HIGH RELIABILITY & PROMPT SERVICE.

Write for Details to :

**M.N.PATRANAVIS & CO.,**  
19, Chandni Chawk St, Calcutta-13.

P. Box No. 8956

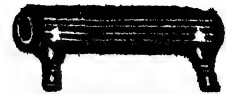
Phone : 24-5873 Gram : PATNAVENCO  
AAM/MNP/3



FERRULE TERMINATION



RADIAL LEAD



TYPE-VF  
SOLDERING LUG  
TYPE TERMINATION



TYPE-VT  
RESISTOR SOLDERABLE  
LUG TYPE TERMINATION  
WITH TAPS



TYPE-T  
TOROIDAL POWER  
RESISTOR

### সমস্ত প্রকালিত—

1. অ্যালুমিনাট আইসোস্টাইল—১৫৫৬৫৫  
১৫৫৬৫৫, মূল্য—১৫৫ টাকা।
2. মহাকাশ পরিচয় (বিত্তীয় সংকল্পণ)  
—জিভেজকুমার ১৫৫৬, মূল্য—১৫৫ টাকা।
3. বোল সংখ্যায়ন—১৫৫৬৫৫ ১৫৫৬৫৫, মূল্য—  
১৫৫ টাকা।

প্রকাশক—বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ

একমাত্র পরিবেশক :

ওরিয়েন্ট লন্ডন অ্যান্ড কোং লি:

কোম :—23-1601

17, চিত্তাঞ্জন অ্যাডমিনিট্রি,

কলিকাতা-13

## A RESPECTABLE HOUSE FOR YOUR REQUIREMENTS IN

All sorts of  
LAMP BLOWN GLASS APPARATUS

for Schools, Colleges &  
Research Institutions

**ASSOCIATED SCIENTIFIC  
CORPORATION**

232 B, UPPER CIRCULAR ROAD  
CALCUTTA-4

Phone :

Factory : 55-1588

Residence : 55-3001

Gram - ASCINCORP.



## বিষয়-সূচী

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
ভবিষ্যৎ প্রসঙ্গে	...	৬৩৩
আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে জীবন স্টাইল	...	৬৩৬
এক্স-রে ফ্লোডিবিজ্ঞানের দৃষ্টপাঠ	...	৬১২
কবিতা অ্যাক্সোটোম্যাটার জীবন-সার	...	৬৪৬
পত্রের উৎস—রিয়াটর	...	৬৫১
সকল	...	৬৫৬
রকেটের আলানী	...	৬৫৭
উদ্ভিদ আলোর ভণ্ডাণ	...	৬৬৬
কৃষি-সংবাদ	...	৬৭৩
ভাষাতত্ত্বের বহির্জ সম্পদ—হীরা	...	৬৭৫
পরিবেশ সুবিধাকরণে শব্দের ভূমিকা	...	৬৭৭
বিজ্ঞান-সংবাদ	...	৬৭৭



**For Industry, Research  
Educational Institutes  
& Govt. Contractors**

**PRECIVAC ENGINEERING COMPANY**  
C/O / SRI. S. S. CHATTERJEE ROAD  
CALCUTTA-42. PHONE : 4-787  
Factory: JOGENDRA GARDEN, RAJDAHA.  
P.O. HALTI, DIST. : IN PARANAG.

## PYREX TABLE BLOWN GLASS WARE

আমরা পাইরেক্স কাচের-টিউব হাইড্রো  
সকল প্রকার বৈজ্ঞানিক ব্যবহার্যপাণের  
অন্ত বাবতীর ব্যবসায়ি প্রস্তুত ও সরবরাহ  
করিয়া থাকি।

নিম্ন ঠিকানার অফিসে কলন :

**S. K. Biswas & Co.**  
137, Bowbazar St.  
Koley Buildings, Calcutta-12

Gram : Soxblet.

Phone : 35-9915

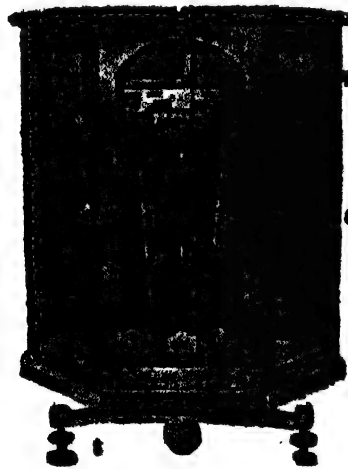


## বিষয়-সূচী

### কিশোর বিজ্ঞানীর দপ্তর

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা
পানীর বাসা	...	অজয় হোস 681
পানদর্শিতার পরীক্ষা	...	অক্ষানন্দ দাঁশগুপ্ত ও অরুণ বসু 686
অ্যামোনিয়াম নদী ও তার আবিষ্কারের কাহিনী	...	বেবিকা বসু 687
উত্তর ( পানদর্শিতার পরীক্ষা )	...	690
এর ও উত্তর	...	ভাদনন্দন দে 691
<hr/>		
বিবিধ	...	692
যক্ষীর বিজ্ঞান পরিষদ	...	694

### অ্যানালিটিক্যাল ল্যাবোর



ববেষণা, নিয়ন্ত্রণ ও শিক্ষা বিভাগের প্রয়োজনীয়

স্বল্পতম পরিমাণে বস্তু প্রস্তুতকারক :

**সায়েন্সিয়া ইন্ডাস্ট্রিয়াল (ইন্ডিয়া) প্রাইভেট লিমিটেড**

৩৪, বানার্জী বাগান লেন

কলিকতা, হাওড়া

১১

ফোন : ৩৩-৩৩৩৩

২, বর্ধমান রোড

কলিকতা, হাওড়া



# জ্ঞান ও বিজ্ঞান

ষড়বিংশতিতম বর্ষ

নভেম্বর, ১৯৭৩

একাদশ সংখ্যা

## ভবিষ্যৎ প্রসঙ্গে

‘সামগ্রিক’র পথ না জননী-প্রকৃতির পথ—  
‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ পত্রিকার প্রথম সংখ্যা  
(আগস্ট, ১৯৪৮) প্রখ্যাত বন-বিজ্ঞানী বিনয়-  
কুমার সরকার উপরিত্ত পিরোনামের একটি  
নাতিদীর্ঘ প্রবন্ধ লেখেন। প্রবন্ধটির মূল বক্তব্য—  
‘কোন পথে চলিবে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ—প্রচায়ে  
পথে, না গবেষণার পথে?’ দীর্ঘ পটিন বছর  
কেটে গেল। সারা এতার প্রতিফল অবস্থা  
অতিক্রম করে বিজ্ঞানচর্চা সভ্যজগতের সুরহান  
বেত্রে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ আনুষ্ঠানিক  
এবং পরিষদের সুপার ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ পত্রিকার  
কর্মসম্পাদন জনপ্রিয়তা নিঃসন্দেহে উল্লেখযোগ্য।  
উপরিত্ত প্রবন্ধের পটভূমিকার পরিষদের রমত  
অন্তী বর্ষশেষে তবিত্ত প্রসঙ্গে সামান্য পর্যা-  
লোচনা করা যোব করি অপ্রাসঙ্গিক হবে না।

অধ্যাপক সরকার ‘আবার বেপারী’ হয়েও  
তার প্রবন্ধে ‘কাহাৎ’র পথের পুরাপুরি সব কিছুই  
পরিবেশন করেছেন। উনবিংশ শতাব্দীর গোড়া  
থেকে শুরু করে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের জন্ম  
সময় পর্যন্ত—প্রায় দেড়শো বছরে বাংলা দেশে  
মাতৃভাষার বিজ্ঞান প্রচায়ে সংকীর্ণ অঞ্চল  
প্রাচ্য ইতিহাস—তার এই প্রবন্ধ। উপসংহারে  
তিনি একটি প্রস্তাব পেশ করে গেছেন—

“জ্ঞান ও বিজ্ঞান পত্রিকার আধাআধি  
বিজ্ঞান প্রচায়ে কাজে বাঁধা রাখা চমিতে  
পারে...পত্রিকার অপর অর্ধেকটা বাঁধা রাখা  
উচিত বাঙালী বৈজ্ঞানিকদের গবেষণার কল  
প্রকাশের জন্ত”

এই প্রসঙ্গে বাংলা ভাষার বৈজ্ঞানিক গবেষণার  
বিকাশের জন্তে গবেষক-কর্মী ও গবেষক-হাসিনের



উদ্দেশ্যে আচার্য সত্যেন্দ্রনাথের নিবেদন উল্লেখ-  
যোগ্য (এতিহাস-দিবস উৎসবে পরিবহের সভাপতির  
ভাষণ—কেবল্যারী, 1960)। কিছুটা সাদা পাওয়া  
গেল এবং তারই সার্বিক রূপায়ণে আশ্রয় পেলাম  
'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার 'রাজশেখর বসু সংখ্যা'  
(বিশেষ সংখ্যা—1960)—বাংলা ভাষার সম্ভবতঃ  
প্রথম গবেষণা-পত্রিকা। দুঃখের বিষয় প্রাথমিক  
সকলতা সত্ত্বেও এই প্রকল্প চালু রাখা মানান  
কারণ সম্ভব হয় নি। বর্তমানে আমাদের দেশে  
বাঙালী গবেষক-সংখ্যা আশে পাশে নগণ্য নয়, উপরন্তু  
গবেষণার বিষয়বস্তুও বহুবলী এবং বিদেশী ভাষার  
প্রচলিত বাঙালী গবেষকদের গবেষণা-নিবন্ধের  
সংখ্যাধিক্য উল্লেখযোগ্য। ভবিষ্যৎ প্রসঙ্গে তাঁদের  
উদ্দেশ্যে অধ্যাপক সরকারের উক্তি আবার স্মরণ  
করি—

"অল্প কোন বিদেশী ভাষার প্রকাশ করিবার  
পরেই বাঙালী বিজ্ঞানবোধের তাহার চূষক  
বাংলার প্রকাশ করিতে শুরু করুন। নিজ  
নিজ গবেষণার চূষক নিজের লেখা বাংলা  
এবং বাহির করিতে থাকিলে তাহারা  
'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকাকে গবেষণার পথে  
বেশ কিছু চালাইতে পারিবেন। তাহা হইলে  
বাঙালী বাঙালি পক্ষে বিংশ শতাব্দীর মাঝ-  
মাঝির উপযুক্ত কর্তব্য পালন করা বটর  
উচিত।"

শতাব্দীর শেষার্ধ্বে আমরা আজ উপনীত, কিন্তু  
দুঃখের বিষয় এই 'উপযুক্ত কর্তব্য' পালনে আমরা  
এখনো পুরাপুরি সক্ষম হই নি। আমরা আশাবাদী,

• প্রসঙ্গতঃ উল্লেখ করা যেতে পারে যে,  
ঐচ্ছিক নিঃসৃত কর্তৃক সম্পাদিত 'গবেষণা'  
পত্রিকার দত্ত কর্তৃক বছর ধরে প্রকাশিত জীব-  
বিজ্ঞান সম্বন্ধী নানাধি গবেষণা-নিবন্ধ প্রকাশিত  
হচ্ছে এবং সৃষ্টি সাপ্তাহিক 'বেশ' পত্রিকার  
'বিজ্ঞান-বিজ্ঞান' দ্বারা ঐশ্বর্য্যবিশিষ্ট করে তুলিবার  
অঙ্গুষ্ঠান প্রচেষ্টা চলছে।

তাঁর বিধান রাবি, বাঙালী গবেষকবৃন্দ এই ভুল  
বারিষের কথা স্মরণ করে জাতীয় বার্ষিক বকীর  
বিজ্ঞান পরিবহের সঙ্গে অকুণ্ঠ সহযোগিতার  
উদ্বুদ্ধ হবেন।

ভবিষ্যৎ প্রসঙ্গে এর পরেই যেন পড়লো বাংলা  
পরিভাষার কথা। 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার  
প্রথম সংখ্যার পরিবহের বর্তমান অন্ততম সহ-  
সভাপতি অধ্যাপক জামেজালাল তাহুদীর লেখা  
উপরিসৃত নিয়োনাধার প্রবন্ধটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ  
এবং সমরোপযোগী ছিল। বিগত দেড়শো বছরে  
বাংলা ভাষার বিজ্ঞান প্রচারের কার্যে বহু মনীষী  
পরিভাষা প্রসঙ্গে নিজ নিজ অতিবৃত্ত প্রকাশ করে  
গেছেন। অধ্যাপক তাহুদী তাঁর প্রবন্ধে সে বিষয়  
বখাবণ উল্লেখ করেছেন। সুতরাং পুনরাবৃত্তি  
নিম্নরোজন বলে যেন করি। বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধাদি  
ছাড়াও বর্তমানে দূর, কলকাতা এবং বিশ্ববিদ্যালয়ের  
বিভিন্ন স্তরে বাংলা ভাষার বিজ্ঞানের পঠন-  
পাঠনের সুবিধার্থে সর্বপ্রকার বিজ্ঞান বিষয়ে পাঠ্য-  
পুস্তক প্রকাশিত হয়েছে এবং হচ্ছে। দেখা যায়,  
উপযুক্ত পরিভাষার অভাবে এবং প্রয়োজনের  
অসিদ্ধে প্রকারেরা অনেক 'কেজে খোলাশুষ্টি'  
নত নতুন নতুন পরিভাষা বচনা করেছেন।  
কলে পরিভাষার বৈধ কিছুটা মূল্যেও সমতাটি  
অন্ততাবে আগে একটি হয়ে টাঁড়িয়েছে। একই  
বৈজ্ঞানিক পদের বিভিন্ন প্রকার বা প্রবন্ধ-  
লেখক ভিন্ন ভিন্ন রূপকান করেছেন—এই দৃষ্টান্ত  
বিহীন নয়। ভাষাবৈদ্যের দ্বারা বিচার-বিবেচন  
করেও একথা নিঃসন্দেহে বলা চলে যে, প্রবন্ধ-  
বহাধা পাঠকবর্গ, শিক্ক এবং শিক্ষার্থী বহুদূর  
বিজ্ঞান হয়ে পড়ে। একটা কিছু করা দরকার,  
তা যা হলে সমতাটি একটু বেঁকে একটু সরে  
যায়। এই সমতা'র আভ্যন্তরীণ আভ্যন্তরীণ  
হার্ভ বলে যেন করি। বিভিন্ন পত্র-পত্রিকা এবং  
পাঠ্যপুস্তকে প্রকাশিত বাঙালী পরিভাষার



একটি বিশ্ব সংকলন করে উপযুক্ত সময় সাধন করতে হবে এবং যাতে এই সুসংবিত পরিভাষা সংকলন সর্বজন-প্রয়োগযোগ্য হয় ও স্বীকৃতি লাভ করে—তার জন্তে সর্বপ্রকার প্রচেষ্টা চালাতে হবে। একথা বলা নিম্নরোজন যে, এই কর্মসূচির জন্তে চাই প্রচুর অর্থ এবং সুপ্রতিষ্ঠিত কোন সংস্থা বা প্রতিষ্ঠানের নেতৃত্বাধীনে নিরলস নিঃস্বার্থ কবিশ্রম। সরকারের অর্থ সাহায্য পেলে বকীর বিজ্ঞান পরিষদ এই মহান কর্মসূচির গুরু দায়িত্ব পালনে ততী হবে, সে আশা আমরা নিঃসন্দেহে পোষণ করতে পারি না কি?

\* \* \*

সর্বশেষে 'বকীর বিজ্ঞান পরিষদ ও কিশোর বিজ্ঞানী' এসঙ্গে পর্যালোচনা সম্বোধনযোগী বলে মনে করি। "শিক্ষা বাধা আরম্ভ করেছে গোড়া থেকেই বিজ্ঞানের তাগারে না হোক, বিজ্ঞানের আধুনিক তাত্ত্বিক প্রবেশ করা আবশ্যিক"—কবিশ্রম এই উক্তি বখাব বর্ষাদা দিতে বকীর বিজ্ঞান পরিষদ এখন থেকেই উদ্যোগী ছিল। 'ছেলে-বেরেতা যাতে সহজে বুঝতে পারে অথবা হাতে-কলমে কিছু কিছু সাধারণ বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা করতে পারে, সেই উদ্দেশ্যে সহজবোধ্য ও সহজ-সাধ্য বৈজ্ঞানিক বিষয়সমূহ' নিয়মিতভাবে প্রকাশিত হয়ে আসছে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান', জুন, ১৯৬৪ সংখ্যা থেকে 'ছোটদের বিজ্ঞানে' (বর্তমানে এই বিভাগটি কিশোর বিজ্ঞানীর অন্তর্গত নামে অভিহিত)। একটানা পঁচিশ বছর এই ধরনের সার্বিক প্রচেষ্টার সাক্ষ্য আমাদের মনে সত্যতঃ এই প্রথম। 'করে দেখ', 'জেনে গাও', 'কঠিন কাজ সহজে করার উপায়' এবং 'কথায় ও চিত্রে' প্রকৃতি বখাব সচিব চিত্তাকর্ষক রচনার মাধ্যমে অনেক

কিশোর বিজ্ঞানী অনুপ্রাণিত হয়েছে। এই কার্যে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান'ের বর্তমান প্রধান সম্পাদক প্রমোদচন্দ্র ভট্টাচার্যের (প. চ. ভ.) অবদান পরিষদ চিরকাল স্মরণীয়। সহকারে শ্রমণ করবে। সম্রাতি পরিষদের 'হাতে-কলমে' বিভাগটিও কিশোরদের কাছে বিশেষভাবে আকর্ষণীয় হয়ে উঠেছে। বর্তমানে দুগ ও কলেজে বাড়তিবার মাধ্যমে বিভিন্ন বিজ্ঞান পঠন-পাঠনের বন্দোবস্তই যে ছেলেদেরদের বৈজ্ঞানিক মনোবৃত্তি ও চিন্তা-ধারার বিকাশে এবং নিজের হাতে পরীক্ষা-স্বলকভাবে কিছু করার উৎসাহ বর্ধন করেছে, সে কথা বললে বোধ করি অস্বাভাবিক হবে না। (আমাদের খুবই আশা ও আশঙ্কণের কথা এই যে, বর্তমানে কলিকাতা এবং বক-খেলের আরো অনেক সংস্থা এই কার্যে ততী হয়েছে। আমাদের বক্তব্য, কিশোর বিজ্ঞানীদের কাছ থেকে যে উত্তম ও উৎসাহের লাভা পাওয়া যাবে, তার সার্বিক সূচনা-রনের সুব্যবস্থা প্রয়োজনের জুগুপস খুবই নগণ্য। উপযুক্ত মানের পরীক্ষাগার, প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি এবং সব সময়ের জন্তে সুযোগ্য শিক্ষক নিয়োগ প্রকৃতি আজ অপরিহার্য হয়ে দাঁড়িয়েছে। হুঃখের বিষয় বকীর বিজ্ঞান পরিষদের বর্তমান আর্থিক এবং অস্তিত্ব সত্যি প্রয়োজনের জুগুপস খুবই সীমিত। আত্মীয় বার্থে এবং বেশের কল্যাণে যে প্রতিষ্ঠান সুদীর্ঘ পঁচিশ বছর ধরে এই মহান ব্রত পালন করে আসছে, তার সেই বারাকে অপ্রতিহত এবং প্রগতিক অস্বাভাবিক হাতে সরকারী সাহায্য লাভ এবং জনসাধারণের অকুণ্ঠ সহযোগিতা থেকে নিশ্চয়ই বকীর বিজ্ঞান পরিষদ বঞ্চিত হবে না।

দুপালসুন্দার দাসভট্ট



# 

রাতের আকাশের দিকে তাকালে চোখে পড়ে  
 ছোট-বড় অগণিত নক্ষত্র। এদের কীকে কীকে  
 রয়েছে যে বিভিন্ন অকল, তারই নাম আন্ত-  
 র্গাণিক কেন্দ্র। সেখানে কি আছে? বহু দিন  
 পূর্বত বাহুরের বারগা ছিল, সে স্থান সম্পূর্ণ শূন্য।  
 কবে জ্যোতির্বিজ্ঞানের পর্যবেক্ষণের কলে সে  
 বারগা বহুগেছে। দেখা গেছে—সে স্থান কার্বন,  
 গ্রাফাইট জাতীয় অতি ক্ষুদ্র বস্তুকণিকার দ্বারা  
 গঠিত। এগুলিকে বলা হয় আন্তর্গাণিক ধূলিকণা।  
 এসব কথা অবশ্য বেশ কিছু দিন আগেই জানা  
 গেছে। বর্তমানে যেতার-জ্যোতির্বিজ্ঞান সাহায্যে  
 আন্তর্গাণিক অকলে কতকগুলি বিশেষ অণুর  
 সন্ধান পাওয়া গেছে। এগুলির মধ্যে সরল বা  
 সাধারণ অণুও আছে, আবার জটিল সব জৈব  
 অণুর আভিষেক কথাও জানতে পারা গেছে।  
 এর উর্থেছে—মহাশূন্যে এই সব জটিল জৈব  
 অণুর সৃষ্টি হলো কি তাহলে? সরল ও ছোট  
 অণুর সংযোগ বা রাসায়নিক বিবর্তনের কলে কি?  
 জটিল থেকে জটিলতর হতে হতে তাহলে কি  
 এক সময়ে জীবন সৃষ্টি সম্ভব? আন্তর্গাণিক  
 অকলে যেতার-জ্যোতির্বিজ্ঞান এই অতিনব  
 আবিষ্কার সম্বন্ধে আলোচনা করাই এই প্রবন্ধের  
 উদ্দেশ্য।

যেতার-জ্যোতির্বিজ্ঞান সবে অণুগুলির সম্পর্ক  
 জানতে হলে পদার্থবিজ্ঞান গোড়ার কথা কিছু  
 মনে করতে হবে। কোয়ান্টাম তত্ত্ব অনুযায়ী  
 আমরা জানি যে, ইলেকট্রনের অবস্থানের উপর  
 নির্ভর করে পরমাণু বিভিন্ন শক্তি স্তরে অবস্থান  
 করতে পারে। অণুর কেন্দ্রে ইলেকট্রনজনিত  
 শক্তির হাড়া আরও শক্তির থাকা সম্ভব;

যেমন—আবহনজনিত (অণুর অভ্যন্তরে পরমাণুর  
 আবহন) ও ঘূর্ণনজনিত (একটি অণু সম্পূর্ণরূপে  
 ঘূর্ণিত হতে পারে)। কলে অণুর শক্তিস্তর  
 বলতে হলে তার ইলেকট্রনের অবস্থা, আবহনের  
 অবস্থা ও ঘূর্ণনের অবস্থা—এই তিন প্রকার অবস্থার

	$\frac{M-3}{M-2}$	
	$\frac{M-1}{M-3}$	
$M-0$	$\frac{M-2}{M-1}$	$M-3$
	$\frac{M-2}{M-1}$	
$M-0$	$\frac{M-3}{M-2}$	$M-2$
	$\frac{M-2}{M-1}$	
$M-0$	$\frac{M-3}{M-2}$	$M-1$
	$\frac{M-2}{M-1}$	
$M-0$	$\frac{M-3}{M-2}$	$M-0$
	$\frac{M-2}{M-1}$	
$M-0$	$\frac{M-3}{M-2}$	$M-3$
	$\frac{M-2}{M-1}$	
$M-0$	$\frac{M-3}{M-2}$	$M-2$
	$\frac{M-2}{M-1}$	
$M-0$	$\frac{M-3}{M-2}$	$M-1$
	$\frac{M-2}{M-1}$	

1নং চিত্র

কোয়ান্টাম তত্ত্বানুযায়ী অণুর বিভিন্ন শক্তিস্তর।

ই—ইলেকট্রনজনিত, স—আবহনজনিত,

ঘ—ঘূর্ণনজনিত

কথা বলতে হবে। 1নং চিত্রে দুটি ইলেকট্রন-  
 জনিত স্তর দেখানো হয়েছে (ই-1 ও ই-2)।  
 প্রতিটি ইলেকট্রনজনিত স্তরের মধ্যে রয়েছে



কতকগুলি পশ্চিমজন্মিত স্তর (স-১, স-২ ইত্যাদি)। প্রতিটি পশ্চিমজন্মিত স্তরের মধ্যে রয়েছে কতকগুলি পূর্বজন্মিত স্তর (স-১, স-২ ইত্যাদি)। চিত্র থেকে দেখা যাচ্ছে—পূর্বজন্মিত স্তরের পরস্পরের মধ্যে দূরত্ব ইলেকট্রনজন্মিত স্তরের পরস্পরের মধ্যে দূরত্ব থেকে অনেক কম।

এখন, অণু (বা পরমাণু) উচ্চতর শক্তিস্তর থেকে নিম্নতর শক্তিস্তরে পতিত হলে (এই পতন নানা কারণে ঘটতে পারে) অতিরিক্ত শক্তি বিদ্যুচ্চৌম্বক তরঙ্গরূপে বিকিরিত হয়ে যায়। অল্পপতনাবে, বিদ্যুচ্চৌম্বক তরঙ্গ কোন অণু (বা পরমাণু) উপর পতিত হলে অণু তরঙ্গের থেকে শক্তি আহরণ করতে পারে। এই শক্তি শোষণের ফলে সে নিম্নতর শক্তিস্তর থেকে উচ্চতর শক্তিস্তরে উঠে যাবে। এক কথায় এক শক্তিস্তর থেকে অল্প শক্তিস্তরে উত্থান বা পতন ঘটলে অণু যথাক্রমে বিদ্যুচ্চৌম্বক তরঙ্গ শোষণ বা বিকিরণ করে থাকে। শোষিত বা বিকিরিত তরঙ্গের কম্পন-সংখ্যা নির্ভর করে স্তর দুটির মধ্যে শক্তির তফাতের উপর। হিসাব করলে দেখা যায় যে, পূর্বজন্মিত স্তরের মধ্যে উপান-পতনের ফলে শোষিত বা বিকিরিত তরঙ্গ স্তর বৈদ্যুতিক বেতার-তরঙ্গ রূপে (মাইক্রো-তরঙ্গ) পরিলক্ষিত হয়। অল্পপতনাবে ইলেকট্রন-জন্মিত স্তরের মধ্যে উত্থান-পতন পরিলক্ষিত হবে আলোক ও অতিবেগুনী রশ্মিতে এবং পশ্চিমজন্মিত স্তরের মধ্যে উত্থান-পতন—অবলোহিত রশ্মিতে। পূর্বজন্মিত স্তরগুলি সবচেয়ে কাছাকাছি রয়েছে বলে এগুলির মধ্যে উত্থান-পতনের ফলে খুব কাছাকাছি নানা বৈদ্যুতিক মাইক্রো-তরঙ্গের শোষণ ও বিকিরণের সম্ভাবনা খুব বেশী। ফলে আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে যদি কোন অণু থেকে থাকে এবং সেগুলির মধ্যে উপস্থিতি উপায়ে যদি বিকিরণ বা শোষণকরিয়া

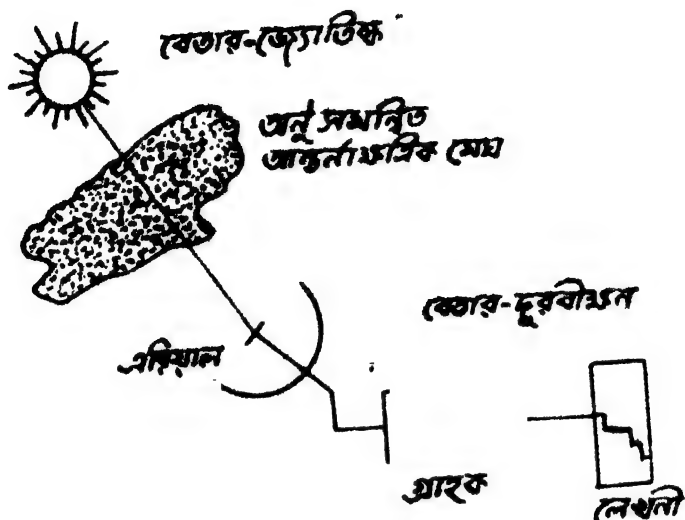
চলতে থাকে, তবে পৃথিবীতে বলে তা পর্যবেক্ষণ করতে হলে বেতার-তরঙ্গের মাধ্যমে করাই বাস্তবীয় (যদিও আলোক, অতিবেগুনী ও অবলোহিত রশ্মিতেও বিকিরণ ও শোষণ পরিলক্ষিত হবে)। আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে পর্যবেক্ষণে তাই বেতার-জ্যোতির্বিজ্ঞান কৃমিকা খুব গুরুত্বপূর্ণ।

১৯৩২ সালে আমেরিকার ইজিনিয়ার কার্ল ইরান্ডি দৈবাৎ আবিষ্কার করেন যে, আকাশের ছায়াপথের কেজহল থেকে বেতার-তরঙ্গ আসছে। এই আবিষ্কারকে কেজ করেই বেতার-জ্যোতির্বিজ্ঞান নামে বিজ্ঞানের নতুন শাখার সূত্রপাত হয়। এখানে বেতার-তরঙ্গ বলতে বোঝায়—যে ধরনের তরঙ্গ আকাশের বাতীর বেতার গ্রাহক-বহর বা রেডিওতে ধরে আনরা গান-বাজনা শুনে থাকি। বাতীর বেতার গ্রাহক-বহরের মত বেতার-জ্যোতির্বিজ্ঞানীরও গ্রাহক-বহর আছে। তবে এই ক্ষেত্রে এই বহর অনেক বেশী শক্তিশালী। কারণ জ্যোতিষ থেকে আগত তরঙ্গমালা খুবই কীর্ণ। দুর্গমত তরঙ্গমালা প্রথমে ঘরা পড়ে বিশাল এরিচালে। সেখান থেকে যায় গ্রাহক-বহরে এবং সবশেষে তরঙ্গমালাকে লিপিবদ্ধ করা হয় লেবনীয়ের সাহায্যে। আলোক দূরবীক্ষণের সঙ্গে মিলিয়ে এই এরিচাল-গ্রাহক-লেবনীয় সন্নিবিষ্ট যন্ত্রের নাম রাখা হয়েছে বেতার-দূরবীক্ষণ যন্ত্র। বেতার-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে জ্যোতিষ থেকে আসত বেতার-তরঙ্গকে পর্যবেক্ষণ করার নাম জ্যোতির্বিজ্ঞান। আজ আমরা জানি যে, পূর্ব, গ্রহমণ্ডল, ছায়াপথ, ধূমের নীহারিকাবল্লী—এরা সকলেই বেতার-তরঙ্গের উৎস। তাছাড়া 'কোরাসার' ও 'পালসার' জাতীয় কিছু বিশেষ ধরনের জ্যোতিষের সন্ধান পেয়েছেন বেতার-জ্যোতির্বিদগণ।

২য় চিত্রে একটি বেতার-জ্যোতিষকে (যে জ্যোতিষ থেকে বেতার-তরঙ্গ বিকিরিত হয়)



বেতার-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে পর্যবেক্ষণ করা যায় নবর বেধ তা শোষণও করে নেবে। তবে হচ্ছে। দূরবীক্ষণ যন্ত্রটিকে কোন একটি বিশেষ অণুসম্বন্ধিত বেধ বিকিরণ ও শোষণ—হয় করবে। নৈর্ঘ্যের তরঙ্গ ধরবার জন্তে প্রস্তুত করা হয়েছে। এবং এর হচ্ছে, শেষ পর্যন্ত কে বিতরণে—শোষণ মনে করা বাক, জ্যোতিষ এবং দূরবীক্ষণ যন্ত্রের বা বিকিরণ? স্বতাবতই তা নির্ভর করছে,



২য় চিত্র  
পর্যবেক্ষণ প্রণালী

সম্বন্ধিত কোন স্থানে রয়েছে এক বস্তু যেখের বস্তু আন্তর্জাতিক পদার্থ এবং এই যেখের মধ্যে রয়েছে উপরিউক্ত কোন বিশেষ ধরনের অণু। উপরে কোয়ান্টাম তত্ত্বের যে আলোচনা করা হয়েছে, তা থেকে বোঝা যাবে যে, একেই ধরনের অণুসম্বন্ধিত বেধ থেকে একেই বিশেষ নৈর্ঘ্যের মাইক্রো-তরঙ্গ বিকিরিত হবে। একই অবস্থায় বেতার-দূরবীক্ষণ যন্ত্রটি জ্যোতিষ এবং বেধ—এই উভয় উৎস থেকে বিকিরিত তরঙ্গই গ্রহণ করবে।

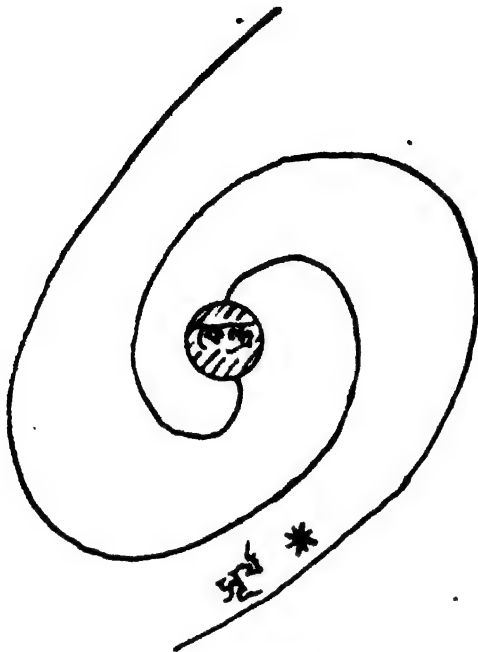
আবার আবারের জানা আছে, যে পদার্থ কোন বৈদ্যবিদ্যি তরঙ্গ বিকিরণ করে, সে একই বৈদ্যবিদ্যি তরঙ্গ শোষণও করে থাকে। তাই বেধ যে নৈর্ঘ্যের তরঙ্গ বিকিরণ করছে, জ্যোতিষ থেকে আদৃত সেই নৈর্ঘ্যের তরঙ্গ বেধের বস্তু দিয়ে আস-

জ্যোতিষ ও বেধ—এদের মধ্যে কার বিকিরণ অধিকতর শক্তিশালী, তার উপর। যদি বেধের বিকিরণ অপেক্ষাকৃত কম শক্তিশালী হয়, তবে শোষণ পরিমিত হবে। আর জ্যোতিষ অপেক্ষাকৃত কম শক্তিশালী হলে শেষ পর্যন্ত বিকিরণ পরিমিত হবে। বিভিন্ন অণু কোন্ কোন্ নৈর্ঘ্যের তরঙ্গ বিকিরণ বা শোষণের জন্তে বাহী, বিজ্ঞানীরা তা কোয়ান্টাম তত্ত্ব থেকে নির্ধারণ করেছেন। বেতার-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে উপরি-উক্ত উপায়ে সেই নৈর্ঘ্যের তরঙ্গ পর্যবেক্ষণ করলেই আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে অণুর উপস্থিতি ধরা পড়বে।

আগেই ক্যা হয়েছে, নক্ষত্রের অন্তর্ভুক্তি স্থানের বায় আন্তর্জাতিক অকশন। আকাশের দিকে তাকিয়ে ছোট বস্তু বস্তু নক্ষত্র আনন্ড দেখতে পাই, নক্ষত্রেই আবারের স্থাপনাত্মক অন্তর্ভুক্ত



(এখানে মনে রাখতে হবে যে, জন্মাতো আবারের হারাপথ হাড়া আরও অসমিত হারাপথ হাড়িয়ে আছে)। ৩৫৭ চিত্রে কৃত্রিম আকৃতিবিশিষ্ট



৩৫৭ চিত্র

কৃত্রিম আকৃতির আবারের হারাপথ ও সেখানে  
স্থলের অবস্থান।

আবারের হারাপথের একটি ছবি দেখানো হয়েছে।  
পূর্ব রয়েছে (অর্থাৎ আবার রয়েছে) একপাশে।  
চিত্রে নির্দিষ্ট দিকে হারাপথ ঘুরছে। এই ঘূর্ণনের  
বেগ কিন্তু সর্বত্র সমান নয়। পৃথিবীর আপন  
অক্ষের উপর ঘূর্ণনের বেগ বেশন বিদ্যুৎচৌম্বক  
কাছে সর্বাধিক এবং দুই বেকর দিকে ক্রমশঃ  
কমে আসে, হারাপথের কেন্দ্রেও তেমনি কেন্দ্রের  
কাছে ঘূর্ণনের বেগ সবচেয়ে বেশী। বত বাইরের  
দিকে বাড়ার সাথে সাথে কমে আসে। অনু-  
সম্বন্ধিত বৈদ্যুতিক হারাপথের কৃত্রিম কাক  
কাঁকে হাড়িয়ে আছে এবং কেন্দ্রে থেকে বিভিন্ন  
দূরত্বে থেকে বিভিন্ন গতিবেগে কেন্দ্রের চারদিকে

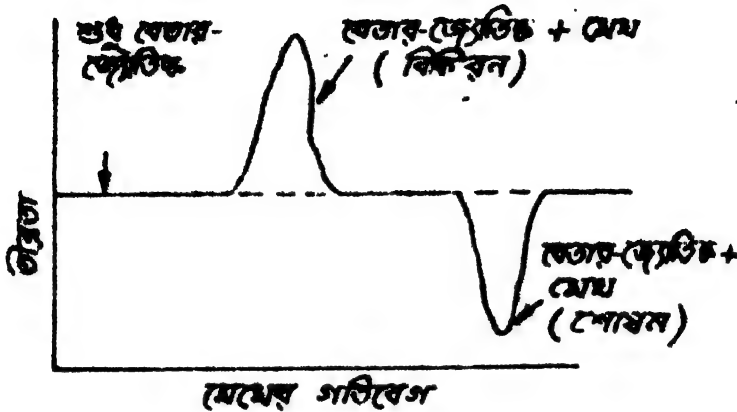
ঘুরছে। কালে এদের গতিবেগ আকালে কেন্দ্র  
থেকে দূরত্ব নির্ধারণ করা সম্ভব। গতিবেগ জানবার  
একটা সহজ উপায়ও আছে। 'তপন্যার প্রক্রিয়া'  
অনুযায়ী আবারা জানি যে, তারকের উৎস ও  
পর্ববেককের মধ্যে কোন আপেক্ষিক গতি থাকলে  
তারকের কম্পন-সংখ্যা বা তারক-বৈদ্যু পরিবর্তিত  
হয়ে যায়। বিশদীভূতক্ষে, কম্পন-সংখ্যার পরি-  
বর্তন জানা থাকলে তাৎক্ষণিক গতিবেগ নির্ধারণ  
করা সম্ভব। কালে নির্দিষ্ট অণুর কেন্দ্রে কোয়ান্টাম  
তত্ত্বের দ্বারা নির্ধারিত বিকিরণ বা শোষণের তরঙ্গ-  
বৈদ্যু থেকে যেতার-দূরবীক্ষণ যন্ত্রকে কিছুটা এখার-  
তবার সমানে তপন্যার প্রক্রিয়া অনুযায়ী পরিবর্তিত  
কম্পন-সংখ্যাজনিত তরঙ্গ বহতে পারে।  
তাৎক্ষণিক গতিবেগ ও গতিবেগ থেকে দূরত্ব  
এবং এভাবে অনুসম্বন্ধিত বৈদ্যুতের হারাপথে  
অনুমান পর্বত নির্ধারণ করা সম্ভব হয়েছে  
(৪৫৭ চিত্র)। অবশ্য পৃথিবীর আন্তরিক ও বাহ্যিক  
গতি কিছুটা জটিলতার সৃষ্টি করে এবং এদের  
প্রত্যেক হিসাব থেকে-বান দিতে হবে। আবারের  
হারাপথ হাড়া অল্প হারাপথেরও কিছু কিছু অণু-  
সম্বন্ধিত যেতার সম্ভাবন পাওয়া গেছে। বতাবতাই  
সে কেন্দ্রে পর্ববেকপ এগালী আরও কিছুটা জটিল।

ঐতিহাসিক দিক থেকে দেখলে আন্তর্জাতিক  
কেন্দ্রে এখন অণুর সম্ভাবন পান আলোক-জ্যোতি-  
বিদগণ। ১৯৪১ সালে CH ও CN দুই ২-  
পরমাণুবিশিষ্ট অণু আবিষ্কৃত হয় আলোক-দূর-  
বীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে। এর পর দীর্ঘ ২৩ বছর কেটে  
যায় যেতার-তরঙ্গে অণুর সম্ভাবন পেতে। ১৯৬৩  
সালে OH এবং ২-পরমাণুবিশিষ্ট অণু বরা  
পড়ে যেতার-দূরবীক্ষণ যন্ত্রে। ইতিমধ্যে অবশ্য হাই-  
ড্রোজেন পরমাণুর (অণু নয়) আবিষ্কৃত বরা  
পড়েছিল ১৯৫৫ সালে ২১ সে. মি. তরঙ্গ-বৈদ্যু।  
OH আবিষ্কারের পাঁচ বছর পরে ১৯৬৩ সালে  
পাওয়া গেল অ্যামোনিয়া (NH<sub>3</sub>) এবং তার পরের  
বছর জলীয় বাষ্প (H<sub>2</sub>O)। এর পর থেকে



প্রতি কয়েক বছরের মধ্যে আন্তর্জাতিক কেন্দ্রে প্রাপ্ত বিভিন্ন অণুর সংখ্যা অতি দ্রুত গতিতে বৃদ্ধি পেতে চলেছে (1ম টেবিল চাইতে)। এত অল্প সময়ে এতগুলি আবিষ্কার সম্ভব তাৎপর্যপূর্ণ।

সেখানে সংখ্যাতের সম্ভাব্যতা কত? বিভিন্ন উপায় হচ্ছে—সকালের অভ্যন্তরে বহু পরিবেশে কয়েকটি কণিকার সংঘর্ষের ফলে অণুর সৃষ্টি কতটা সম্ভব। পরে এটা কোনভাবে একত্রের



৪ম টেবিল

পরিবেশের বিভিন্ন অবস্থার কেন্দ্রের দূরত্বের বক্ররেখার প্রাপ্ত রেখাচিত্রের নমুনা।

এই সব জটিল অণুর আবিষ্কার ঐতিহাসিক-মতনীয় গভীর চিন্তার ফলে হয়েছে। সব চেয়ে জটিল প্রথম হলো—অণুর উৎস অর্থাৎ অণু কোথা থেকে আসছে বা কিসে হয়ে উঠেছে? আন্তর্জাতিক ধূলিকণার কথা আগেই বলা হয়েছে। বিজ্ঞানীদের বিশ্বাস, ধূলিকণার গায়ে একটি একটি করে পরমাণু একত্রিত হয়ে অণুর সৃষ্টি করে। তারপর অভিবর্তনী রশ্মি বা মহাকর্ষগতিক রশ্মির আঘাতে অণু ধূলিকণার গা থেকে বসে পড়ে। এভাবে বহুপুঙ্খ অণু অণুদ্রব্যের যেন বিকিরণ বা ঘোষণাক্রিয়ার অংশ গ্রহণ করে থাকে।

উপস্থিতিত একিটা ছাড়া আরও দু-রকম উপায়ে অণুর সৃষ্টি হতে পারে বলে বিজ্ঞানীরা মনে করেন। সৃষ্টি পরমাণু পরস্পরের সঙ্গে সংঘাতের ফলে অণুর সৃষ্টি করতে পারে। তবে আন্তর্জাতিক কেন্দ্রের মনন দুই রকম বক্র

চিত্র থেকে বাইরে বেরিয়ে আসতে পারে। এই সবকিছু বিজ্ঞানীরা এখনও কোন দিক নিজেতে আসতে পারেন নি। সমস্তার শেষ এখানেই নয়। অণুর সৃষ্টি হবার পর তার প্রতিরক্ষা দরকার। তা না হলে শক্তিশালী রশ্মির আঘাতে অণু আবার ভেঙে যেতে পারে। রশ্মির হাত থেকে কিসে অণু রক্ষা পাচ্ছে? এই সব সম্বন্ধে জোর গবেষণা চলছে।

যে সব অণুর সম্ভাব্য পাওয়া যেতে পারে, তাদের বিবরণ পর্যালোচনা করলে সম্ভবত অর্ধেক হতে হয়। যাক্ষন গবেষণাধারে তদ্বিধ উপায়ে ছোট ছোট অণুকে বন্ধ করে বড় ও জটিল অণু সৃষ্টি করে যে তাই বাইরে বাইরে তেঁতি করেছ ত করছে, প্রকৃতিক কি বহুপুঙ্খ একইভাবে এসিয়ে চলেছে? এখানে একটা কথা মনে রাখতে হবে যে, বহুপুঙ্খের 'আবহাওয়া' গবেষণাধারের আবিষ্কার থেকে সম্পূর্ণ ভালাবা।



আন্তর্জাতিক অকালের তাপমাত্রা  $103^\circ$  জীবন নষ্ট? জ্যোতির্বিদ্যের একই বিজ্ঞান কেন্দ্র (পৃথিবীপাশে  $330^\circ$  কেন্দ্র) ও আর জুলাই না। তাই ডাক পড়েছে পদার্থ-জ্ঞান বায়ুর তাপের  $10^{-10}$  অংশ হাত। সেই বিদ্যুৎ, রাসায়নিক ও জীববিদ্যের। জ্যোতির্বিজ্ঞানবিদ্যার অটল অগ্র নষ্ট ও উপস্থিতি নির্ধারণবিজ্ঞান তা আছেই। বিজ্ঞানের দুইজন বিজ্ঞানীকে আরও তাগিয়ে জুলাই। তু তু তাই পদার্থ নষ্ট হতে চলেছে—জ্যোতির্বিদ্যার, নষ্ট, আরও গুরুত্বপূর্ণ এর আছে। আন্তর্জাতিক কেন্দ্রে যদি রাসায়নিক বিবর্তন প্রক্রিয়া লেনেছে প্রকৃতির এই অভিনব রহস্য উন্মোচনের কার্যক্রম হয়, তবে এর শেষ কোথায়? জে। দেখা যাক, কত দিন এই রহস্য থাকে।

### টেবিল সং-১

অণুর নাম	সূত্র	কম্পন সংখ্যা (GHz)
হাইড্রজিন	OH	1'6, 17, 48, 6'0, 8'1, 13'4
আমোনিয়া	NH <sub>3</sub>	23'7, 23'9, 24'1, 25'0
জলীয় বাষ্প	H <sub>2</sub> O	22'2
ফরমালডিহাইড	H <sub>2</sub> CO	4'6, 48, 14'5, 28'9, 140'8 145'6, 150'5
কার্বন মনোক্সাইড	CO	109'8, 110'2, 115'3
—	CN	113'5
হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড	HCN	86'3, 89'2
সায়নো অ্যাসিট্রিলিন	HC <sub>3</sub> N	9'1
মিথাইল অ্যালকোহল	CH <sub>3</sub> OH	0'8, 24'9, 25'0, 25'1, 25'3
ফরমিক অ্যাসিড	HCOOH	1'68
কার্বন দাইক্সাইড	CS	146'9
সিলিকন অক্সাইড	SiO	130'3
মিথাইল অ্যাসিট্রিলিন	CH <sub>3</sub> C <sub>3</sub> H	85'5
আইসোটায়নিক অ্যাসিড	HCNO	21'9, 87'9
কার্বন দাইক্সাইড	OCS	109'5
মিথাইল সায়নাইড	CH <sub>3</sub> CN	110'3, 110'4
ফরমাইড	NH <sub>2</sub> HCO	4'6
অ্যাসিড অ্যালডিহাইড	CH <sub>2</sub> HCO	1'1
X-ওকোন	?	89'2



# এক্স-রে জ্যোতির্বিজ্ঞানের সূত্রপাত

ঐতিহ্যবাহু হুহ

দূর থেকে যে সকল বিদ্যুৎ-চৌম্বক রশ্মি বিকিরিত হয়, তাদের মধ্যে কেবলমাত্র আলোক-তরঙ্গের সর্বাংশ ও বেতার-তরঙ্গের ক্রিয়মান ভূপৃষ্ঠে পৌঁছাত, অন্য সকল রশ্মিই পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের উর্ধ্বে পৌঁছিত হয়ে যায়। আকাশের অপর যে কোন উৎস থেকেই ঐ রশ্মিসমূহ পৃথিবী অভিমুখে আসে, তাদের সকলের ক্ষেত্রেও ঠিক ঐ একই পরিণতি ঘটে। কালে ভূপৃষ্ঠে বলে শুধু আলোক সকারী জ্যোতিককে দূরবীক্ষণ বলে দেখা যেতে পারে এবং বেতার-সকারী জ্যোতিকদের কারো কারো অস্তিত্ব বেতার-দূরবীক্ষণ বলে লক্ষ্য করা যায়। সুতরাং আলো ও বেতার-তরঙ্গ বিকিরণকারী কোন জ্যোতিষ এক্স-রে তরঙ্গও বিকিরণ করে কিনা, তা জানতে হলে আবহবর্তনের উর্ধ্বে গিয়ে তার পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালাতে হবে। আবার যে সব জ্যোতিকের আলো বা বেতার-রশ্মি নেই অথচ এক্স-রে তরঙ্গ আছে, তাদের অস্তিত্ব আবেশণ করতে হলেও ঐ উর্ধ্বাকাশে গিয়েই পর্ববেক্ষণ করতে হবে।

দূর ব্যতীত অপর কোন জ্যোতিক থেকে এক্স-রে তরঙ্গ বিজ্ঞপ্তি হই কিনা, তার অন্বেষণে ব্যাপ্ত ছিলেন বহু জ্যোতির্বিদ কিছুকাল আগে থেকেই। অবশেষে White Sands Missile Range থেকে উৎকৃষ্ট একটি বয়স্ক রকেট 1962 সালের 18ই জুন সন্ধান দিল যে, বৃত্তিক নক্ষত্রপুঞ্জ একটি প্রত্য বর্তমান, যে এক্স-রে বিকিরণ করে।' কাজেই এই তারিখটিকে এক্স-রে জ্যোতির্বিজ্ঞানের জন্মদিন বলা যায়।

এই পরীক্ষাকার চালিয়েছিলেন American Science+Engineering Inc. এবং Mass-

achusetts Institute of Technology (M. I. T) ব্যবক সংস্থারদের কিছু সংখ্যক বিজ্ঞানী। যদিও প্রত্যটির অবস্থিতি হান সুনির্দিষ্টভাবে হির করা তখন সম্ভব হয় নি, তথাপি এটি যে বৃত্তিকপুঞ্জই অবস্থিত, তাতে সন্দেহ ছিল না। তাই প্রত্যটির ব্যবকরণ করা হলো Sco. x-1। এর পর পরীক্ষা-এগালী হস্ততর করা হয় এবং আরো কয়েকটি এক্স-রে বিকিরণকারী অকল আবিষ্কৃত হয়—তাদের মধ্যে জ্যাব নীহারিকা একটি। কিন্তু প্রত্যবত্তির সঠিক অবস্থান-বিন্দু না জানার দূরবীক্ষণের সাহায্যেও বোঝা গেল না—ঐ সব স্থানে কোন জ্যোতিক আছে কি নেই। ওয়াশিংটনের Navel Research Laboratory-এর জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা জ্যাব নীহারিকার দৃষ্টি রাখলেন—বখন চম্র বীরে বীরে তার উপর দিয়ে ভ্রমণকালে তাকে আবৃত্ত করে গ্রহণ লাগার। এইভাবে জ্যাব নীহারিকার যে অকল থেকে এক্স-রে তরঙ্গ উৎসারিত হয়, তার নির্দেশনা পেলেন। আবার রকেট উৎক্ষেপণ করে M. I. T-এর বিজ্ঞানীরা 1966 সালের 8ই মার্চ বৃত্তিক পুঞ্জের এক্স-রে প্রত্যবত্তিরও সঠিক অবস্থান-বিন্দু হির করলেন। এথেকেই আলোক-দূরবীক্ষণ দৃষ্ট হলো Sco. x-1 প্রত্যটি এবং জানা গেল এটি জ্যোত্বপ বীজিয়ারার একটি বীল তারকা।

কিছুকাল পরে একটি নূতন বহু উদাহিত হয়েছে—নাব ঘূর্ণায়ান বতিউল্লেখন কলিমবটর (Rotating Modulation Collimator)। বয়টির সাহায্যে এক্স-রে প্রত্যবের অবস্থান-বিন্দু আর নিছুর্দিভাবে জানা সম্ভব হয়েছে।



১৯৬৩ সালের ২ম অক্টোবর পরীক্ষা পরিচালনার ক্ষেত্রে যে চক্রেট উৎকৃষ্ট হলো, তাতে ছায়াপথের কেন্দ্রীয় অঞ্চলে পাঁচটি এক্স-রে উৎস আবিষ্কৃত হয়েছিল। আলো দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে এদের খুঁজে বের করা গেল না, কিন্তু গ্রীন ব্যাকের বেতার-বিজ্ঞানীরা এই সংশ্লিষ্ট অঞ্চলে বেতার-প্রভাবের সন্ধান পেয়েন।

এই সকল ক্ষুদ্রাকৃতির এক্স-রে প্রভাব ভো আছেই, তাছাড়া পশ্চাদপটের সমগ্র আকাশই বহু পজি-সম্পন্ন এক্স-রে তরঙ্গবাণীর সমাহার। উইসকনসিন (Wisconsin) বিশ্ববিদ্যালয়ের এক্স-রে জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা বলেন, পশ্চাদপটের নিরপেক্ষ এক্স-রে তরঙ্গগুলির সমস্তই এই ছায়াপথ বিবেই উৎপন্ন এবং তাও সুব্যতঃ উত্তর বেকের তারকা-দুহ (North Polar Spur) থেকে সমাগত।

কেনিয়ার নিকটবর্তী সান মার্কোস (San Marcos) দ্বীপ থেকে ১৯৭০ সালের ডিসেম্বর মাসে উহুর (Uhuru) নামক একটি নকল টান উল্কাকাশে কক্ষ স্থাপন করা হয়। এক্স-রে প্রভাব অন্বেষণের ক্ষেত্রে এটিই প্রথম নকল টান। ১৯৭২ সালের জুলাই মাসেও এটি সম্পূর্ণ সক্রিয় ছিল এবং অন্বেষণকারীদের যথেষ্ট তৃপ্তপূর্ণতা দেখিয়েছে। উহুর কক্ষের সংগৃহীত তথ্যাদির আংশিক বিশ্লেষণেই এবাং ১১৬টি নতুন এক্স-রে প্রভাবের সন্ধান পাওয়া গেছে। এই নতুন জ্যোতির্বিজ্ঞানির এক-চলুখীংগই ছায়াপথের কেন্দ্রীয় স্তম্ভে অবস্থিত নয়। তার বানে, তারা স্তম্ভতঃ বহির্বিষের জ্যোতিক। অতিরে আরো অধিক সংখ্যক এক্স-রে প্রভাব আবিষ্কৃত হবে—এমন সম্ভাবনা সুনিশ্চিত।

দীর্ঘকাল প্রভাবের অন্বেষণ, অবস্থান, দূরত্ব ও বর্ণালী পর্যবেক্ষণের ক্ষেত্রে যেমন আলোক-দূরবীক্ষণের প্রয়োজন, বেতার-প্রভাবের এই সকল পরিচিতির ক্ষেত্রে যেমন বেতার দূরবীক্ষণের ব্যবস্থা আবশ্যিক, এক্স-রে প্রভাব সম্পর্কে তথ্য নির্ণয়ের

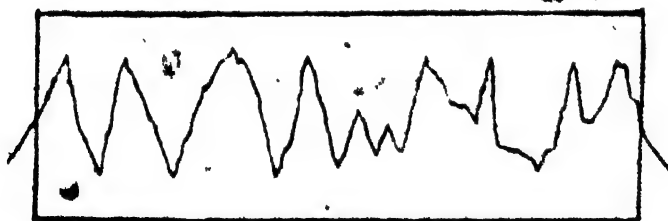
ক্ষেত্রেও তেমনই যে পরিকল্পনা দরদানে উদ্ভাবিত হয়েছে, তার নাম সমানুপাতিক পদকবর (Proportional Counter)। আলোক-তরঙ্গ ও বেতার-তরঙ্গ কৃপূর্থে আসে বলে আলোক-দূরবীক্ষণ ও বেতার-দূরবীক্ষণ কৃপূর্থে উপযুক্ত ব্যবহার করা চলে, কিন্তু এক্স-রে তরঙ্গ কৃপূর্থে পৌঁছায় না বলে উল্কাকাশ চক্রেটের বা কোন মহাকাশযানে অধীং নকল টানে উল্লিখিত পদকবর স্থাপন করা আবশ্যিক। পদকবরে যে পজিতে এক্স-রে কোটন (Photon) আপতিত হয়, তারই সমানুপাতে সংকেত সৃষ্টি করে। সমানুপাতিক পদকবরের বিভিন্ন প্রকারের হতে পারে। প্রত্যেকটিকে সন্ধানী বহু বলা হয়।

চলুখীংগ আবার কোম গ্যাস তড়িত করে সন্ধানী বহু নিশ্চিত। বিদ্যুৎ-বর্তনী (Electric Circuit) থেকে আবারে তড়িত সংযোগের দ্বারা এই গ্যাসের মধ্যে একটা প্রবল বিদ্যুৎ-ক্ষেত্র সংরক্ষিত হয়। আবারের পায়ে একটি জালালা আছে। জালালার কাঁচকে যে পর্দার দ্বারা আবৃত রাখা হয়, সেটি একটি পাতলা ধাতব পাত অথবা প্রান্তিক পাত। এক্স-রে তরঙ্গ যখন এই পাতলা পাতের নব্য দিয়ে গিয়ে আবারের তিতরের গ্যাসের কোন 'কণাকে আঘাত করে, তখন এই গ্যাস আয়নিত হতে থাকে। হুজ হয় ইলেকট্রন ও ধন-আয়নের প্রবাহ। বিদ্যুৎ-ক্ষেত্রে ধন-আয়নের গতি বিদ্যুৎ-বর্তনীতে যে সংকেত সৃষ্টি করে, তাতেই এক্স-রে তরঙ্গের অস্তিত্ব বহু পড়ে। বিদ্যুতায়িত কণার সংকেত—বঙনি এক্স-রে তরঙ্গের দ্বারা সৃষ্টি নয় কিংবা গামা (Gamma) তরঙ্গের দ্বারা সৃষ্টি, সেগুলিকে অবশ্যই পৃথক করে চিনতে পারা ও বার বেলা আবশ্যিক।

বিদ্যুৎ-বর্তনীতে প্রতিক্রিয়াশীল এমন ব্যবস্থা অবলম্বন করেন যে, সন্ধানী বহু উৎপন্ন সংকেতের অল্পকমে অধীং সন্ধান সমগ্র অস্তর অস্তর তার প্রাবল্যের সীমা সংখ্যার দ্বারা নিশ্চিত হয়ে যায়।



সংখ্যাগুলি টেলিমিটার প্রণালীতে (Telemetry) পৃথিবীর গবেষণাগারে আসে এবং সেখানে সে সমুদ্র পরপর বদলিবদলায়ে সাগরে এক-রে কোটন প্রভাবের একটি স্পেকট্রাম (Spectrum) বা চিত্র রচিত হয়। এটিকে বলা হয় সঙ্কেত স্পন্দনের উচ্চতাবিন্যাস (Pulseheight Distribution)। এই দেখেই জ্যোতির্বিদগণ নানা উপায়ে এক-রে প্রভাবের প্রকৃতি নির্ণয় করেন। এক-রে প্রভাব-ভিত্তিক কঠিন (Hard) ও কোমল (Soft) আখ্যায় প্রকৌণিক করা যেতে পারে। উচ্চশক্তিসম্পন্ন কোটনের সংখ্যার বহুতা ঘটলে চিত্রে বাড়া রেখার আবির্ভাব হবে এবং প্রবাহে উচ্চশক্তি কোটনের সংখ্যায় বড় আধিক্য থাকবে, চিত্রের রেখা তত নিম্নারী হবে। বাড়া রেখার বোঝা যায় এক-রে প্রভাবটি কোমল এবং নিম্নারী রেখা বুঝিয়ে দেয় যে, এক-রে প্রভাবটি কঠিন। সাধারণতঃ সমাহরণাত্মক পদ্ধতিতে প্রাপ্ত স্পেকট্রাম হচ্ছে শক্তি প্রবাহের চিত্ররূপ, যা প্রথম পটভূমির উপর দিক পরিবর্তনকারী ও অবস্থির একটি সন্তানায়নশীল রেখা (Continuum) [ ১নং চিত্র ]।



১নং চিত্র

কখনও কখনও টেলিমিটার যন্ত্রের কঠি বা কর্মকর্তার কর্মতাহেতু অল্প কোন বুল প্রণালীতে শক্তি-প্রবাহের পরিমাপ করতে ব্যাধ হতে হয়। সে ক্ষেত্রে এক-রে প্রভাব কর্মকর্তা বিচ্ছিন্ন শক্তির আন্তরিক প্রাথমিকের পরিচয় পাওয়া যায় না। এক্ষণে বলা সম্ভাবী যন্ত্রের আলাপার

পর্দা বহুদূরে অথবা যন্ত্রের ব্যবহৃত গ্যাল বুল করে কোটনের শক্তির সমাহরণাত্মক সঙ্কেত পাওয়ার ব্যবস্থা করা যেতে পারে। আবার তিন-চারটি সম্ভাবী বুল পায়ে পায়ে দানিয়ে স্থাপন করলে প্রথমটিকে নিম্নশক্তির কোটন আবৃত ও শোষিত হয়, দ্বিতীয়টিকে উচ্চতর শক্তির কোটন আবৃত ও শোষিত হয় এবং তৃতীয়টি এইরূপ চলতে থাকে। জাতব্য তথ্য এভাবেও সংগ্রহ করা অনেক সময় আবশ্যক হয়।

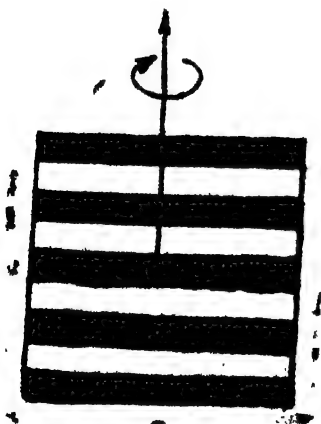
এক-রে প্রভাবের অবস্থান বিন্দু আকারে কি করে নির্ণয় হতে পারে? জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা সকলে প্রায় একই পদ্ধতি অবলম্বন করেন। সম্ভাবী যন্ত্রের সমুখে তো আকাশের বিস্তৃত ক্ষেত্র। এই পৃথক ক্ষেত্রেই জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা সন্নিবিষ্ট করে নেন। কি করে করেন—তারই উপায় বিবৃত হলো। বলা কাঁচের দ্বারা দিয়ে দেখলে সমুদ্রের আকাশের তারকাটি কোথায় অবস্থিত, তা ঠিক বোঝা যায় না কিংবা বহু বস্তু একটিকে বেছে নেওয়া যায় না। কিন্তু কাচখানার সাহায্যে যদি একটি লক বুল রাখা

হয়, তাহলে ঐ লকের দ্বারা দিয়ে যখন কোন তারকার কিরণ আদবে, তখনই কেবল কাঁচের সেই অংশ অংশভাৱে বেশী উজ্জ্বল হবে এবং এই উজ্জ্বল অংশে কোন তারকার দান বেই।

অধিকাংশ ক্ষেত্রে সম্ভাবী যন্ত্রের আলাপার পর্দার সাহায্যে কোন বুল বা দানিয়ে প্রাথমিক



হয়। বিভিন্ন বিলম্বিত, বা বেগেতে বানিকটা কলক বাতীর বক্রবর্তির মত। বিলম্বিত বাতীর গাণিতিক বানিক কলকের তৈরী। কলকগুলি পরস্পরের সমান্তরাল, কিন্তু প্রতি দুটি কলকের মধ্যে একটু করে বাক রাখা হয়। প্রতিটি কলকের সাবনে অনাবৃত থাকে বীজাকৃতির এক চিলতে আকাশ। পল্লবপটের আকাশ থেকে সব সময়েই সামান্য শক্তি-প্রবাহ গণকবারে প্রবেশ করে যুগ্ম স্তরেত দৃষ্টি করছে, কিন্তু কোন কলকের সাবনে যদি কোন এক-রে প্রভব পড়ে, তাহলেই স্তরেত জোরালো হয় এবং সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। এই ব্যবস্থাতিকে স্লাট কলিমেন্টর (Slat Collimator) বলা হয়। এভাবে প্রভবের অভিন্ন জানা গেলেও তার বিতরণ বা অভিমুখ জানা যায় না অথবা একই কাল দিয়ে একাধিক প্রভবের শক্তি-প্রবাহ এলো কিবা—তাও জানা যায় না। এই স্লাট কলিমেন্টরকে (২নং চিত্র) অল্পকৃতিকভাবে আকাশ-



২নং চিত্র

দুই-রেবে কলকের সম্বন্ধে আকাশস্থ কল্পিত রেখার তত্ত্বটিকে স্লাটের তার বহানে আবর্তন করালে আবিকৃত এই এক-রে প্রভবের অবস্থান নিম্ন বোটারুটি নির্দেশনা পাওয়া যায়। কিন্তু

এই তার বিতরণের দৃশ্য স্থানিক নয়। কলক সারিতে অল্প কোন দূর জ্যোতিক বানিকলে আলোক-দ্রবীকণ যন্ত্রে থাকেই স্লাট-কলিমেন্টরের আবিকৃত এক-রে প্রভব বলে কলক হতে পারে; অর্থাৎ প্রকৃত প্রভবটি সম্পর্কে কিবা থেকে যায় (২নং চিত্র)।

আবিকৃত জ্যোতিকদের স্থানিক দৃশ্যভঙ্গিতে জানবার জন্তে যে যান্ত্রিক ব্যবস্থা উদ্ভাবিত হয়েছে, তার নাম ঘূর্ণমান দৃতিউল্লেখন কলিমেন্টর (Rotating Modulation Collimator)। এই যন্ত্রটিতে স্লাট কলিমেন্টরের উন্নত সংকরণ বলা যেতে পারে। এই যন্ত্রে স্লাট কলিমেন্টরের বিলম্বিত প্রতিটি খাতক কলকের পরিধেতে একটি করে গ্রিড (Grid) অর্থাৎ একতরফ সমান্তরাল খাতক তার দল সমিতিভাবে স্থাপন করা হয়। অল্পকরণ বিতরণ অপার এক বিলম্বিত প্রভবটির সমান্তরাল কিছুটা উপরে সংযোজিত রাখা হয়। উপরিউক্ত স্লাট কলিমেন্টরের মত এই কেবলও গ্রিডগুলির সম্বন্ধে আকাশস্থ কল্পিত একটি বেক অবলম্বনে বিলম্বিতপ্রসঙ্গ অল্পকৃতিক গণকবারটিকে আবর্তন আবর্তন করানো হয়। এই অবস্থার প্রাপ্ত সংকেত থেকে উৎস নিকুর দিগমণ (Azimuth) ও দূরত্ব (Polar Distance) ঘূর্ণন রেখার পরি-প্রেক্ষিতে নির্ধারণ করা সম্ভব এবং তা থেকে আকাশগোলকে জ্যোতিকটির প্রকৃত স্থানিক অর্থাৎ দিগমণ ও উন্নতি (Altitude) হিসাব করে নেওয়া যায়। এভাবে প্রভবের অবস্থান ১০ সেকেন্ড দূরত্বের মধ্যে জানা যায় বলে কোন দৈর্ঘ্য বীজাঙ্গার সম্ভাবনা থাকে না।

ঘূর্ণমান দৃতিউল্লেখন কলিমেন্টরের সাহায্যে আকাশে প্রভবের অবস্থান প্রায় নির্ভুলভাবে নির্দিষ্ট হওয়া ছাড়াও অল্প একটি মত দৃষ্টি এই-রকম যন্ত্রে সংকেতসমূহ পাঠ্য হয়। কিন্তু এই যন্ত্রে কেবল কলকীয় এক-রে প্রভবেরই



অনুভবিত চলেতে পারে। সুন্দরীতন জ্যোতিষ জগৎ নীহারিকাদির শক্তি-প্রবাহ দূর-বিদূত বসে এই বসে তার কোন সাড়া আসে না। সুতরাং তেমন দূরত্ব প্রভবের সম্ভাবনও এই বসে পাওয়া সম্ভব নয়।

এখন প্রশ্ন উঠতে পারে দূরবীক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার না করে এই রকম একটা জটিল প্রণালী গ্রহণ করা হচ্ছে কেন? উত্তরটা সোজা। এক্স-রে প্রভবের সম্ভাবন কার্যে যে সংবেদী (Sensitive) দূরবীক্ষণের প্রয়োজন, সেটি তখনই এক ভারী হবে যে, কোন রকমের সাহায্য গ্রহণ অসম্ভব। তবিত্তে তরঙ্গদৃশ্য কোন বহাকাল-যান বা নকল ঠান প্রভৃতি হলে ঐরূপ দূরবীক্ষণের ব্যবহার করা হবে অসাধ্য।

এই পর্যন্ত 120টিরও বেশী এক্স-রে প্রভব আবিষ্কৃত হয়েছে, তাদের অবিকাশই হায়াপথের অন্তর্গত। কিন্তু সংখ্যক হায়াপথ-বিশেষ বহির্ভূত। প্রভবসমূহের অনেকই

সুন্দরীত, আবার সুন্দরীতন জ্যোতিষও বর্তমান। জগৎ নীহারিকার কেন্দ্রস্থলে একটি নিউট্রন তারকা এক্স-রে তরঙ্গ বিকিরণ করে। এটি আবার একটি পালসার (Pulsar) বটে। অত্যন্ত উজ্জ্বলবোধ্য এক্স-রে প্রভবের মধ্যে একটি কোয়াসার (Quasar) আছে, যার জ্যোতিষিক পরিমাপ 3c-73। বহির্বিষয়ের দূরত্ব বৈশাখিক মেঘমালা (Magellanic Clouds) নামক দুটি দীপকমণ্ড থেকেও এক্স-রে বিকিরণ করা পড়েছে। সেন্টুরাই নক্ষত্রের একটি দ্বন্দ্বের (Binary) দুটি তারকাই এক্স-রে প্রভব (Cen X-3)। পৃথিবী থেকে দেখা যায়—তারা একে অত্যন্ত গ্রহণ লাগায়। গ্রহণের সময়ে এক্স-রে বিকিরণ দুর্বল হয়ে পড়ে এবং তারকার বহন পাশাপাশি এসে দাঁড়ায়, তখন তারের সম্মিলিত এক্স-রে বিকিরণ বেশ প্রবল হয়ে ওঠে।

অবিকাশ এক্স-রে প্রভবই আলোক-দূরবীক্ষণ বা বেতার-দূরবীক্ষণ যন্ত্রে ধরা পড়ে নি।

## কৃষিতে অ্যাজোটোব্যাক্টার জীবাণু-সার

কমকেন্দ্র সিংহা\* ও নীহারেন্দ্র সিংহা\*\*

আজকাল বায়োকার্টিলাইজার (Biofertilizer) এবং জীবাণু-সার (Bacterial fertilizer)—এই দুটি কথা প্রায়ই শোনা যায়। অর্থসং-হিত থেকে দুটি কথার অর্থ প্রায় একই। দাঁটির উর্বরাপত্তি বাড়াতে গেলে যেমন দাঁটিতে জৈব বা অজৈব সার প্রয়োগ করা হয়, ঠিক তেমনি এই বিশেষ ধরনের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জীবাণু (Bacteria) বা জালগা (Algae) দাঁটিতে প্রয়োগ করলে বাহু-বস্তুর ক্ষুদ্র নাইট্রোজেনকে বৃদ্ধি করে দাঁটির নাইট্রোজেনের পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়। তাই প্রভব জীবাণু-সার বা বায়োকার্টিলাইজার বলা

হয়। এই বায়োকার্টিলাইজার দু-প্রকারের—(ক) জীবাণু-সার, (খ) জালগা-সার। আবার জীবাণু-সারকে দু-ভাগে ভাগ করা হয়—(1) মুক্তজীবী নাইট্রোজেন বন্ধনকারী জীবাণু (Free living nitrogen fixing bacteria), (2) মিথোজীবী জীবাণু (Symbiotic bacteria)

(1) মুক্তজীবী নাইট্রোজেন বন্ধনকারী জীবাণু—এই প্রকারের জীবাণু দাঁটিতে স্থায়ীভাবে বসবাস করে বাতাসের বৈশিষ্ট্য নাইট্রোজেন

\* মুক্তজীবী বহুদীপক কলম, হরদী

\*\* বহু বিজ্ঞান দপ্তর, কলিকাতা-৩



বন্ধন করে বাটির নাইট্রোজেনের পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়। এই জাতীয় জীবাণু প্রতি একরে প্রতি বছরে ৩ থেকে ১০ কিলো পর্যন্ত নাইট্রোজেন বন্ধন করতে পারে এবং তা প্রায় ১৫ থেকে ৫০ কিলো অ্যামোনিয়াম সালফেটের সমান। এই জাতীয় জীবাণু হলো অ্যাজোটোব্যাক্টার (Azotobacter), ক্লস্ট্রিডিয়াম (Clostridium), বাইজেরিংকিয়া (Biejerinkia), ডারজিয়া (Dorxia) ইত্যাদি।

(২) বিবোজীবী জীবাণু—এই জাতীয় জীবাণু শিপি বা ডালকলাই জাতীয় গাছের মূলে গুটি বা অব্দ (Nodule) তৈরী করে তাতে বায়বীয় নাইট্রোজেন বন্ধন করে বাটির নাইট্রোজেনের পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়। এই জাতীয় গাছের মূলে যদি ডাল অব্দ হয়, তাহলে একর প্রতি ৪০ থেকে ১২৫ কিলো পর্যন্ত বায়বীয় নাইট্রোজেন বন্ধন করতে পারে এবং তা প্রায় ২০০ থেকে ৬২৫ কিলো অ্যামোনিয়াম সালফেটের সমান। এই জাতীয় জীবাণুর নাম হলো রাইজোবিয়াম (Rhizobium) [এর বিবদ বিবরণ আহুয়াতী বালের (১৯৭৩) জ্ঞান ও বিজ্ঞানে প্রকাশিত হয়েছে]।

এই দুই প্রকারের জীবাণু হাফাও আর এক ধরনের নীল-সবুজ জাঙা (Blue-green algae) আছে, যা পুকুরে, জলাশয়ে বা খানেকতে বসবাস করে বায়বীয় নাইট্রোজেন বন্ধন করতে পারে। এদের বলা হয় জাঙা-সার। আবারের দেশে কৃষির ক্ষেত্রে, বিশেষতঃ ধানচাষের বেলায় এর ব্যবহার হচ্ছে।

পশ্চিম বংগের কৃষি বিভাগ কর্তৃক শিল্পজাতীয় পত্র, বিশেষতঃ সন্ধ্যাবীনের বেলায় রাইজোবিয়াম জীবাণুসার ব্যবহারের কলে কৃষকসহন এর উপকারিতা সন্ধ্যা কিছুটা অবগত হয়েছেন। কিন্তু অ্যাজোটোব্যাক্টার জীবাণু-সারের ব্যবহার পদ্ধতি এবং তার উপকারিতা সন্ধ্যা অতটা অব-

হিত নয়। কিন্তু ভারতের অসম্পন্ন এদেশে, বিশেষতঃ উত্তরএদেশ, মধ্যএদেশ, অন্ধ্র, তাম্রাট, পাঞ্জাব, হরিয়ানা এই দুই ধরনের জীবাণু-সারের ব্যাপক ব্যবহারে প্রচুর উপকার হয়েছে। পশ্চিম বংগের কিছু কিছু উৎসাহী কৃষক বাব, পাট ও আলুর বেলায় এই অ্যাজোটোব্যাক্টার জীবাণু-সার ব্যবহার করছেন।

বিবেচনা—বিশেষতঃ রাশিয়া, কানাডিয়া পোল্যান্ড, জার্মানী, সুস্মেরিয়া, হাংগেরী প্রভৃতি দেশে এই অ্যাজোটোব্যাক্টার জীবাণু-সারের ব্যবহার আজ স্বেচ্ছাচরিত। এই সব দেশে বহু পরীক্ষা-নিরীক্ষা করে প্রমাণ করতে পারা গেছে যে, শিপি জাতীয় পত্র হাফা, যেমন—ধান, গম, তুটী, আলু, কুলা, কপি প্রভৃতি পক্ষে এই অ্যাজোটোব্যাক্টার জীবাণু-সার ব্যবহার করে পত্রের উৎপাদন পদ্ধতি ১০ থেকে ১৪০ তাল বেড়ে যায়। এই সব পত্রের উৎপাদন অ্যাজোটোব্যাক্টার জীবাণু-সার ব্যবহার করে কতটা বেড়েছে, তার কিছু উদাহরণ ১নং টেবিলে দেওয়া হলো। সেই সঙ্গে আবারের দেশের কিছু উদাহরণ ২নং টেবিলে দেওয়া হলো। এই সব গবেষণার কল দেখে আবারের দেশেও ডালকলাই পত্র হাফা যে কোর পত্রের বেলায় এই অ্যাজোটোব্যাক্টার জীবাণু-সারের ব্যবহার বেড়ে গেছে। শুধু পত্র-উৎপাদন বৃদ্ধি নয়—বাটির গঠন, রাসায়নিক এবং ভৌত গুণাগুণ বৃদ্ধির জেতে এই সব জীবাণুর বিরাট কার্যকারিতা আছে, যা প্রত্যক এবং পরোক্ষভাবে সাহায্য করে।

অ্যাজোটোব্যাক্টার জীবাণু তৈরির পদ্ধতি—এই ধরনের জীবাণু গবেষণাসারে এক বিশেষ ধরনের তরল মাধ্যমে (Liquid medium) পর্বতন এবং নাইট্রোজেন হাফা অসম্পন্ন এমোজবীর পলি পদার্থ দিগিয়ে জীবাণুস্ত করা (Sterilization) হয়। ঐ তরল মাধ্যমে এই জাতীয় কিছু জীবাণু হেড়ে দেওয়া হয় এবং কেবল এই জাতীয়



জীবাণু বাড়তে বাড়তে প্রতি মি. মি 10° সংখ্যক জীবাণু বণন গাঁফা, তখন গ্রাহ পঁদের (Gum) বস্তু কল হয়ে যায়। তখন এই তরল কালচার জীবাণু-মুক্ত জৈব সার মিশ্রিত বিশেষ ধরনের মাটিতে অথবা শিই মাটিতে (Peat soil) বিশিষ্ট পলিথিন প্যাকেটে 100 গ্রাম করে তত্ত্ব করে সরবরাহ করা হয়। এই এক প্যাকেট মাটিতে মিশ্রিত কালচার 1 থেকে 2 কিলো পর্যন্ত বীজে মাথানো বেতে পারে। এই কালচার দু-মাস পর্যন্ত ব্যবহার করা যেতে পারে। পশ্চিম বঙ্গে কেবলমাত্র বহু বিজ্ঞান মহাবিদ্যালয় বাইকোবাথোলজি বিভাগে রাইজোনিয়াস এবং অ্যাকটোব্যাটরি—এই দুই ধরনের জীবাণু-সার তৈরী করা হয়। এখান থেকে এই কালচার পশ্চিম বঙ্গ, উত্তরপ্রদেশ, মধ্যপ্রদেশ, উজরাট, অন্ধ্র প্রভৃতি বিভিন্ন জায়গায় পাঠানো হয়ে থাকে।

বীজে জীবাণু-সার মাথানার পদ্ধতি—

আসেসেই বলছি, এই জাতীয় কালচার বা জীবাণু-সার নিখিজাতীয় (মুগ, মুহু, ছোলা, মটর, চীনাবাদাম, সরষা ইত্যাদি) শস্ত হাড়। যে কোন শস্তের বোনার ব্যবহার করা যেতে পারে। যেমন—ধান, গম, ধান, তুট, পাট, ছোলা, কপি, আলু প্রভৃতি। অ্যাকটোব্যাটরি জীবাণু-সার ব্যবহার পদ্ধতি ঠিক নিখিজাতীয় বীজে রাইজোনিয়াস জীবাণু-সার ব্যবহার পদ্ধতির মতই। বীজ বণনের পূর্বে 1/2 কিলো বীজকে 15/20 মিনিট জলে ডিজিমে রাখবার পর এই জল একবারে কেনে দিতে হয়। তারপর এক প্যাকেট (100 গ্রাম) পরিমাণ মাটিতে মেশানো জীবাণু-সার ঢেলে দিতে হাড় দিয়ে উত্তমরূপ মেশাতে হয়। এই জীবাণু সাহেবের কোন ক্ষতি করে না। বীজের বোনা জলে ডেজা থাকবার কালে তার উপরে জীবাণু-সারে আচ্ছন্ন লেগে যায়। এর পর বীজ বণন করা যেতে পারে। বীজের উপর প্রত্যেক স্থবিকুল বীজের বা পড়ে তার জন্তে বীজ বণনের পরেই বই দিয়ে (Laddering)

বীজকে মাটি দিয়ে ঢেকে দিতে হয়। বীজ বণনের পূর্বে মাটি তৈরির সময় 10 থেকে 15 গাড়ী যে কোন ধরনের জৈব সার এরোস করলে এই জাতীয় জীবাণু কোল খুব ভাল কল পাওয়া যায়।

এই জাতীয় জীবাণু-সার ব্যবহার করতে একর প্রতি বরষ পড়ে 4-6 টাকা। এই 4-6 টাকার বিনিময়ে শস্ত উৎপাদন বাড়তে পারে শতকরা 10 থেকে 40 ভাগ এবং একর প্রতি রাইজোনিয়াস বস্তু করতে পারে 3 থেকে 10 কিলো পর্যন্ত, বা প্রায় 15 থেকে 50 কিলো অ্যাকটোব্যাটরি সালফেটের সমান।

বীজে এই ধরনের জীবাণু-সার ব্যবহার করবার কালে গাছের বণন প্রচুর মূল বের হয়, তখন মূলের ঠিক উপরে এবং মূলের ঠিক ধারেকাছের মাটিতে (Rhizoplane and Rhizosphere region) এই জাতীয় জীবাণু সংখ্যা দ্রুত বেড়ে যায়। এখনি মাটিতে যে সংখ্যার আণুবীক্ষণিক জীবাণু (Microorganisms) থাকে, তার প্রায় 10/15 গুণ বেশী থাকে এই মূলের ঠিক উপরকার মাটিতে। তার কারণ গাছের মূল মাটিতে বৃদ্ধির সময় মূল থেকে কিছু কিছু অ্যামিনো অ্যাসিড, ভিটামিন এবং নর্করাজাতীয় জিনিস মূলের বাইরে বের করে দেয়। এই জাতীয় রাসায়নিক বস্তু জীবাণুর খাচার এবং সংখ্যার বৃদ্ধির জন্তে খুব সাহায্য করে। তার কালে মূলের উপরে এবং খুব ধারেকাছ থেকে প্রচুর বায়বীয় রাইজোনিয়াস বস্তু করতে পারে এবং সেই রাইজোনিয়াস সাহায্যে মাটিতে যে জৈব সার এরোস করা হয়েছে তা এই জাতীয় জীবাণুর খাচার এবং বৃদ্ধির জন্তে খুব সাহায্য করে। পরেবর্ণানুসারে পরীক্ষা করে দেখা গেছে, এই জাতীয় জীবাণু যদি এক গ্রাম পর্যন্ত প্রদান করে তার পরিবর্তে 20 মিলিগ্রাম পর্যন্ত বায়বীয় রাইজোনিয়াস বস্তু করতে পারে।



এই জাতীয় জীবাণু বেলার মাটিতে কার্যকর পরিমাণের সঙ্গে বাইট্রোজেন বন্ধন করবার ক্ষমতা খুব সম্পর্কযুক্ত। তাই অ্যাক্টোব্যাক্টার জীবাণু-সার ব্যবহারের কোনো ঠিক সাব এরোস করা বুঝে এয়োজন। মাটি যাতে বেশী অক্সিজেন বা কার্বনিক না হয়, সেদিকে বজর দিতে হবে। মাটিতে যাতে ভাল বায়ু চলাচল করতে পারে, তার জন্তে মাঝে মাঝে বিড়ানী বেঁধে এয়োজন আছে।

কৃষিতে মাত্র উৎপাদনের পর গাছের বে গোড়া মাটিতে থেকে যায়, তা পচে গেলে সেই সব সার এই জাতীয় জীবাণু দ্বারা খুব সহায়ক হয় এবং তখন প্রচুর বাইট্রোজেন বন্ধন করতে পারে। অনেক কারণে এই সব শক্তের গোড়াকে পুড়িয়ে ফেলা হয়। কিন্তু তার পরিবর্তে যদি মাটিতে তা ভাল করে বিশিয়ে দেওয়া যায়, তার কল ভাল হতে পারে। অবশ্য পূর্বে মূলে কোন পোকা বা অন্ত রোগের আক্রমণ হয়েছে জানলে ঐ গাছের গোড়া ছুঁলে পুড়িয়ে ফেলাই ভাল। যে সব কারণে প্রচুর গণের চাষ হয়, সেই সব কারণে তুণু গণের দাঁড়া কেটে বের এবং বাকী সবুজ গাছটা মাঠেই থেকে যায়। এই সব ক্ষেত্রে এই জাতীয় জীবাণু সঙ্গে সেলুলোজ এবং লিগ্নিন জাতীয় জৈবিক পচাতে (Decomposing) পারে এমন জীবাণু বা হজাক বিশিয়ে ব্যবহার করলে ভাল কল পাওয়া যায়।

আবাদের দেশে ছোট বড় সহরে sewage plant বসিয়ে বৈজ্ঞানিক উপায়ে সহরের আবর্জনা পচিয়ে ভাল সার হিসাবে ব্যবহার করা যেতে পারে। এই সব পরিকল্পনার দ্বারা সহরের আবর্জনাকে সেলুলোজ, স্টার্চ এবং লিগ্নিন পচাতে পারে, এমন আণুবীক্ষণিক জীবাণু দ্বারা পচিয়ে তারপর এই জাতীয় সুকৃষী বাইট্রোজেন বন্ধনকারী জীবাণু বাড়তে দিলে উচ্চ সার তৈরী হয়।

এই জাতীয় সারকে স্লাজ (Sludge) বলে। এই জাতীয় সারের বাইট্রোজেনের পরিমাণ ৫ থেকে ১৫ পর্যন্ত হতে পারে (যেখানে অ্যাক্টোব্যাক্টার সালফেটের বাইট্রোজেনের পরিমাণ শতকরা ২০-২১ ভাগ), কিন্তু দুর্ভাগ্যের বিষয় আবাদের দেশে বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই এই আবর্জনা ফেলে দিয়ে মই করা হয়। উন্নত দেশগুলিতে কিন্তু সার তৈরীতে এর সহায়ক করা হয়।

এখন আবাদের দেশে ব্যাপক উচ্চ কলমশীল বাস এবং গণের চাষ হচ্ছে। তাতে বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই কলমশীল তুণু অক্টেন সারের ব্যাপক ব্যবহার করে আশঙ্কিত: ভাল কল পাচ্ছেন। এই তাৎবে বছরের পর পর একই জমিতে যদি কেবল অক্টেন সার ব্যবহার করা হয়, তবে কয়েক বছর পরে মাটির গঠন, রাসায়নিক এবং জৈবিক অবস্থা এমন পর্যায়ে আসবে, যখন ঐ অক্টেন সার ব্যবহার করেও আগের মত আশাহরণ কল কিছুতেই পাওয়া যাবে না। সেই সঙ্গে এত দেখা গেছে যে, এই সব উচ্চ কলমশীল মাত্র প্রায়ই খুব রোগ-প্রবণ (Susceptible to diseases) হয়ে থাকে। তার প্রতিরোধের জন্তে ব্যাপক কীটনা, হজাক নাশক এবং জীবাণু নাশক ওষুধের ব্যাপক ব্যবহার করার কলে মাটির মধ্যে যে সব প্রত্যক্ষ এবং পরোক্ষ উপকারী কৃষি কৃত্ত আণুবীক্ষণিক জীব থাকে সেজন্য কৃষি প্রাণী, হজাক, জীবাণু প্রভৃতির সংখ্যা ক্রমশঃ হ্রাস পাবে। মাটির গঠন, রাসায়নিক এবং জৈবিক অবস্থা চাষ-আবাদের উপযোগী করে রাখতে গেলে এই সব আণুবীক্ষণিক জীবের একান্ত প্রয়োজন এবং এদের বিচ্যুত গেলে এবং মাটিতে রাখতে হলে ঠিক পদার্থের প্রয়োজন একান্ত আবশ্যিক। কৃষিক্তের মাটির এই অবস্থার কথা চিন্তা করে অনেক আগেই বহু কৃষিবিদ সতর্ক করে দিয়েছেন যে, অক্টেন সার ব্যবহারের সঙ্গে ঠিক সাব পর্যাপ্ত ব্যবহার না করলে অল্প কৃষিক্তে কৃষির ক্ষেত্রে কতি হবার সম্ভাবনা



আছে। কাকেই এই বিষয়ে সরকার এবং কৃষকদের  
অনেক আগেই সতর্ক হওয়া উচিত।

(3) আলু	22
(4) বাগাকপি	16
(5) বাদি	10

## 1ম টেবিল

(Mishustin and Shilnikova—1969)

ডে. এম. এম. আর.-এর বিভিন্ন কার্যের

(6) কুমকপি	143
------------	-----

পরীকার কল (Samoilova—1939)

(7) ট্যাটো	28
------------	----

পত্রের নাম অ্যাটোব্যাটোর

(Mishustin and Naumova—1962)

ব্যবহার করবার কলে

(8) গম	15
--------	----

শতকরা উৎপাদন বৃদ্ধির

(9) আলু	20
---------	----

পরিমাণ, ( শতাংশ )

(10) ভট	14
---------	----

(1) গম	18
--------	----

(11) জুলা	10
-----------	----

(2) কুটো	18
----------	----

(12) ধান	65—(Sorokina—1946)
----------	--------------------

## 2ম টেবিল

ভারতে পরীকার কল

পত্রের নাম

অ্যাটোব্যাটোর ব্যবহার করবার কলে

References

শতকরা উৎপাদন বৃদ্ধির পরিমাণ

(1) বাগাকপি	33.5
-------------	------

IARI Report (1963-64)

(2) ধান	17.7
---------	------

Manna et al, Rice  
News Teller 10, 13.

(3) কুটো (F.Y.M)	5.7
------------------	-----

Shende (1972) Int.  
Symp. Soil Productivity  
Benarus.

(4) কুটো	2-80
----------	------

Thakre and Saxena  
(1972) Indian, J. Micro-  
bid. 12, 11.

(5) মকরা	33-57
----------	-------

Sundara Rao et al (1963)  
Indian J. Agric. Sci  
33, 279

(6) ধান	29
---------	----

Shende (1965) Ph.D  
thesis, Moscow.

(7) মটর	60
---------	----

Sundara Rao et al (1963)  
Indian J. Agric. Sci  
33, 279



## শক্তির উৎস—রিয়াস্টার

সূৰ্বেশ্বৰিকান কৰ-

### শক্তি ও বিদ্যুৎ

পৰ্যায়-বিজ্ঞানীৰে কাহে শক্তি হ'লো ক'জ কৰবাৰ সাধৰ্ণ, কিন্তু সমাজ-বিজ্ঞানীৰে কাহে শক্তি শতীৰ অৰ্থবহ। কোন দেশ বা সমাজ কিতাবে শক্তি উৎপাদন ও নিয়ন্ত্ৰণ কৰে অথবা শক্তি সেখানে কিতাবে ব্যবহৃত হয়—এই সব কিছুৰ উপৰ সেই সমাজেৰে একুতি ও উন্নতিৰ পৰিমাণ কৰা খেতে পাৰে। বাহুৰে বৰ্ত্তমান সভ্যতা বহু-তিত্বিক আৰু তাৰ কেন্দ্ৰবিন্দু হ'লো শক্তি। তাপ-আলো-বিদ্যুৎ একুতি বিভিন্ন একাৰ শক্তি আৱৰা একত্ৰ বা পৰোক্ষভাবে আহৰণ কৰি, এক একাৰ শক্তিকে অত্ৰ একাৰে রূপান্তৰিত কৰতে পাৰি। আধুনিক যুগে শক্তিৰ ব্যবহাৰ তাই অটল বহুতিত্বিক।

আদিম যুগে যে শক্তি বাহুৰে বাচতে সাহাৰ্য কৰেহে, তা হ'লো সূৰ্যেৰ আলো ও তাপ। পৰবৰ্তী যুগে আত্মনেৰ ব্যবহাৰ নিত্ৰই একটী ওকতপূৰ্ণ ঘটনা। এাটীম কালে সূৰ্য দেৱন দেৱতাৰ সন্ধান পেৰেহে, তেৱনি আত্মনও দেৱতাৰ দানৰূপে গৃহীত হয়েহে। কঠোপনিষদে দেৱা বায়, বায়ুজবা অগ্নিৰ ছেলে বৰ্ণ থেকে আত্মন আহৰণ কৰে এসেহিলেন। আত্মনেৰ আৰ এক নাব নাটিকেত, তাই তিনি নটিকেতা নামে ব্যাতি লাভ কৰেহিলেন। এাীক পুৰাণে দেৱা বায়, এণ্ডেবিউস দেৱতাৰে কাহ থেকে আত্মন চৰি কৰে নিয়ে এসেহিলেন। এাটীম কালে আত্মন ব্যবহাৰেৰ ওকত এই সব উপাধ্যান থেকে অজ্ঞানৰ কৰা বায়।

আদি যুগে আত্মনেৰ উৎস ছিল কাৰ্ঠ বা বনজকল থেকে সহজেই সংগ্ৰহ কৰা খেত।

পৰবৰ্তী কালে কৰনাৰ আৱিষ্কাৰ হয়েহে। তাহাড়া জলচোত্ৰেৰ পতিবেগ, বাহুচোত্ৰ এই সব শক্তিৰ ব্যবহাৰত বহাযুগে বেশ এদাৰ লাভ কৰেছিল। কৰলা নিয়ে ইজিন চালানো ও বিদ্যুৎ উৎপাদন—এই দুটী ঘটনা বাহুৰেৰ ইতিহাসে নিয়ে এসেহে বিস্তৰ। আধুনিক সভ্যতা ও নিয়-নিয়বেৰ যুগে তাই কৰলা একটী অপরিহাৰ্য মূল্যবান সম্পদ। ক্ৰমশঃ পেট্রোলিয়াম একুতি বনিজ তৈল ও আকৃত্তিক গ্যাসেৰ ব্যবহাৰ বাহুৰেৰে অৱিকতৰ পতিবান কৰে জুগেহে। বৰ্ত্তমান পৃথিবীতে শক্তিৰ এদান উৎসৰূপে বা ব্যবহৃত হ'লে, তা হ'লো কৰলা, বনিজ তৈল, গ্যাস জল-বিদ্যুৎ ও নিউক্লীয় শক্তি। যন্ত্ৰেৰ সাহাৰ্যে এই সব উৎস থেকে শক্তি আহৰণ কৰে বিদ্যুৎ-শক্তিতে রূপান্তৰীকৰণ ও বিদ্যুত্ৰেৰ ব্যবহাৰে নিয় ও কৰিৰ উন্নয়ন, বাহুৰেৰ সভ্যতাকে তথিযতে বাচিয়ে ৰাখবে সন্দেহ নেই।

বিদ্যুৎ-শক্তিৰ উৎস এই সব উপকৰণ ক্ৰমবৰ্ধমান জনসংখ্যাৰ ভাপে ও জীবনব্যাপনেৰ দান উন্নততৰ কৰবাৰ তাগিদে যদি সূৰিয়ে বায়, তখন কি সভ্যতা বেচে থাকবে--না, পৃথিবীৰ বাহুৰ ৰক্ষা পাৰে? এই এৰ বিশ পতকেৰ লোড়ায় এৰল হয়ে উঠেছিল। এই পতাবীতে নিউক্লীয় শক্তিৰ ব্যবহাৰ সম্ভব হওৱাৰ, পৃথিবীৰ ইটহেনিয়াৰ, থোৱিয়াৰেৰ সামগ্ৰিক স্কৰেৰ হিসাব থেকে জোৰ নিয়ে বলা বায় যে, একমাত্ৰ নিউক্লীয় শক্তিই বাহুৰেৰ সভ্যতাকে অত্ৰ আগাবী 300 বছৰ বাচিয়ে ৰাখবে। তাহাড়া কৰনাৰ স্কৰও পৃথিবীতে কিছু কম নেই।

০ সাহা ইনষ্টিটিউট অব নিউক্লিয়াৰ কিৰিয়, কলিকাতা-৭



শীততর জলসংখ্যা ও তাপের উন্নততর জীবনধারণের মান হিসাব করে দেখা যাচ্ছে যে, গত 1950 খৃষ্টাব্দে সারা পৃথিবীতে যে পরিমাণ শক্তি ব্যয় হয়েছে, আগামী 2300 খৃষ্টাব্দে তার আর 11 জন বৈদ্যুতিক শক্তির প্রয়োজন হবে। গত 1950 খৃষ্টাব্দে মোট ব্যয়িত শক্তির 62% শতাংশ পাওয়া গিয়েছিল কয়লা থেকে, 25% 10% ও 1% শতাংশ যথাক্রমে তেল, গ্যাস ও জল-বিদ্যুৎ থেকে। তখনও নিউক্লীয় শক্তির উন্নয়নযোগ্য ব্যবহার সম্ভব হয় নি। উন্নত দেশগুলির এমন সম্ভা হলে শক্তির উৎস এমন হবে—বাতে জলবায়ু ও পরিবেশ দূষিত না হয়। কয়লা থেকে কার্বন মনোক্সাইড, মিশ্রিত গন্ধক প্রকৃতি দ্বারা পরিবেশের পক্ষে খুবই ক্ষতিকর। তাই কয়লার ব্যবহার বন্ধের সম্ভব এড়িয়ে 2000 খৃষ্টাব্দে 11 জন ব্যক্তি শক্তির মান 16% শতাংশ বেড়ে হবে বরলা থেকে, আর 17% শতাংশ নিউক্লীয় শক্তি থেকে। বাকীটুকু পূরণ করা হবে তেল, গ্যাস ও জল-বিদ্যুৎ থেকে যথাক্রমে 34%, 29 ও 21% শতাংশ দ্বারা। 2000 খৃষ্টাব্দে নিউক্লীয় শক্তি ব্যবহারের বর্ধিত পরিমাণ লক্ষ্য করতে হবে। এই শক্তি হলে পরমাণু-কেন্দ্রের বিভাজনজনিত—বা ইউরেনিয়াম ইত্যাদি বসিদ্ধ থেকে পাওয়া যাবে। সুগভীর এই সব শক্তির উৎসের মোট পরিমাণ হিসাব করে দেখা যায় যে, আমাদের ভাণ্ডারে আর 1 লক্ষ 25 হাজার কোটি টন কয়লার সমান বিভিন্ন শক্তির উৎস সমৃদ্ধ আছে। এই মোট পরিমাণের 59 শতাংশ কয়লা আর ইউরেনিয়াম অক্সাইড 34% শতাংশ। বাকীটুকু তেল, গ্যাস ও জল-বিদ্যুৎ। এই হিসাবে খোঁজার করা হয় নি। খোঁজার থেকে নিউক্লীয় রিঅ্যাক্টরের প্রকার ব্যাপক হয়ে উঠলে মোট শক্তি শক্তির পরিমাণ ও ব্যবহার নিউক্লীয় শক্তির পরিমাণ কিছু থেকে যাবে।

### শক্তির উৎস—রিঅ্যাক্টর

যে দুটি মৌলিক প্রকারের পদার্থ থেকে নিউক্লীয় শক্তি আহরণ করা যায়, তা হলো ইউরেনিয়াম ও থোরিয়াম। ইউরেনিয়ামের দুটি আইসোটোপ U-235 U-238। U-235 থেকে সোজা সরাসরি বৃহৎ শক্তি নিউক্লীয় সাহায্যে বিভাজন প্রক্রিয়া চলে। এর প্রত্যেকটি নিউক্লিয়াসের বিভাজনে প্রকৃতি আরও একাধিক নিউক্লীয় পাণ্ডা যায়। এই সব নিউক্লীয় পরপর আরও নিউক্লিয়াসের বিভাজনের দ্বারা একটি শৃঙ্খল-প্রক্রিয়া চালিয়ে রাখে। এই রকম বিভাজনের কালে যে প্রচণ্ড শক্তির উৎস হয়, তা জল প্রকৃতি কোন তরল পদার্থের সাহায্যে তাপরূপে চালিত করা হয়, যা বাষ্প উৎপাদনে ব্যবহার করা যায়। এই উত্তপ্ত বাষ্প দিয়ে চালানো হয় টারবাইন, যা থেকে জেনারেটর চালিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। বরকারী কথা হলো—ক্রান্তি বহু বৃহৎ, অর্থাৎ ঘণ্টায় আর 5000 থেকে 10000 বাইল প্রতিবেগ-সম্পন্ন নিউক্লীয় এই শৃঙ্খল-প্রক্রিয়া চালানোর উপযোগী। তাই U-235 আলানী হিসাবে ব্যবহার করলে বিভাজন থেকে উৎপন্ন নিউক্লীয় প্রতিবেগ কমানোর জন্যে জল, ভারী জল বা গ্রাফাইট ইত্যাদির প্রয়োজন। অন্যতর প্রথম বিভাজনটি ঘটানোর জন্যে নতোরগির এই রকম দু-একটি নিউক্লীয় ব্যবস্থা।

U-235 ছাড়া আরও যে সব আইসোটোপে অল্পতর বিভাজন সম্ভব—সেগুলি হলো :

U-233, Pu-239 ও Pu-241

এসব পদার্থও U-235-এর মত প্রাকৃতিক ভেজাল, কিন্তু তত্ব তত্ব উপায়ে উৎপাদিত হতে পারে, U-235-এর মত বর্ধিত পাওয়া যায় না। এই তিনটি পদার্থ ছাড়া আরও তিনটি আইসোটোপ, যা সরাসরি বিভাজনযোগ্য না হলেও নিউক্লীয় শোষণ করে বিভাজনযোগ্য পদার্থে রূপান্তরিত হতে পারে। এগুলি হলো Th-232,



U-238, Pu-240। এদের উর্বর পদার্থ করা করা যেতে পারে। 1২৭ সারীতে উল্লেখিত হয়—অল্প নিউক্লীয় বিজ্ঞানের জ্ঞান। এখন কোন্ পদার্থের নিউক্লিয়ান একটি নিউক্লীয় পদার্থ অবত বাতাবিক বসিত পদার্থ। তৃতীয়টি বোলে বিভাজিত হলে থেকে কতগুলি নিউক্লীয়ের জন্ম Pu-239 থেকে আবার তৃতীয় উপায়ে তৈরী হিতে পারে—তার একটা হিসাব পাওয়া যাবে।

### 1২৭ সারী

বৃহ নিউক্লীয়		দ্রুত নিউক্লীয়	
ধরীর 5-10 হাজার বাইল প্রতিবেশ		ধরীর 3-4 কোটি বাইল প্রতিবেশ	
U-233	23		2'3
U-235	2'1		2'0
Pu-239	1'9		2'4
Pu-241	2'1		2'7

সব রিঅাক্টরেই দ্রুত ও বৃহ নিউক্লীয় তৈরী হয়। কিন্তু U-235-এর ক্ষেত্রে বিভাজন প্রক্রিয়ার সম্ভাবনা কেবল বৃহ নিউক্লীয় দিয়েই সম্ভব আর বৃহ নিউক্লীয় সে ক্ষেত্রে শৃঙ্খল-প্রক্রিয়া চলতে পারে; কারণ একটি নিউক্লীয়ের আঘাতে ঐ নিউক্লিয়ান বিভাজনের সঙ্গে আরও বাড়তি গড়ে 2'1টি নিউক্লীয় পাওয়া যায়। তাই U-235 আলানী ব্যবহার করলে নিউক্লীয় বন্ধনের ক্ষেত্রে সাধারণ বা উচ্চচাপে জল অথবা প্রোকাইট প্রভৃতি ব্যবহার করতে হয়। তাছাড়া সাধারণ ইউরেনিয়াম বনিকে U-235 থেকে আর পতকরা 0'7 ভাগ, বাকীটুকু U-238। U-235-কে U-238 থেকে পৃথক করাও একটি ব্যয়বহুল ব্যাপার—কারণ এরা একই বৈশিষ্ট্য পদার্থ বলে রাসায়নিক পদ্ধতিতে এদের পৃথক করা যায় না। তাই ফ্রোবিন সহযোগে ইউরেনিয়ামের ব্যয় বৈশিষ্ট্য বিশাল কক্ষে যেনে ডিফিউজ প্রক্রিয়ার একটি সম্ভব পদার্থ (Membrane) দ্বারা দিয়ে চালিত করলে U-238 একটু জড়ী বলে কম্পা: পিছিয়ে পড়ে—আর U-235 একটু বেশী এগিয়ে যায়। এই রকম বহু কক্ষের মাধ্যমে চালিত হয়ে তবেই U-235 কিছুটা আলাদা করা যায়। এই পৃথকীকরণ সম্ভব

একবার জন্মে ছই আইসোটোপ মিশ্রিত সাধারণ বনিক ইউরেনিয়ামও ব্যবহার করা হয়—সে ক্ষেত্রে U-233 অংশটি থাকে অকোমো। কলে এই রকম রিঅাক্টরে পলি উৎপাদনের বিশৃঙ্খলা কিছুটা কমে।

### জন্মকারী রিঅাক্টর

এই সব বৃহ রিঅাক্টর হাফা দ্রুতগামী নিউক্লীয় দিয়ে রিঅাক্টর চালানো যায়, সে ক্ষেত্রে আলানী হিসাবে প্রয়োজন প্রটোনিয়াম অথবা U-233। কিন্তু Pu-239 বা U-233 জো পদার্থ পদার্থ নয়। Th-232 ও U-238 নিউক্লীয় সহযোগে বধাক্রমে U-2'3 ও Pu-239 তৈরী করতে পারে। 1২৭ সারীতে দেখা যাবে যে, U-233-এর বেলায় বৃহ ও দ্রুত দু-রকম নিউক্লীয় দিয়েই শৃঙ্খল-প্রক্রিয়া চলতে পারে—কিন্তু Pu-239-এর ক্ষেত্রে দ্রুত নিউক্লীয় প্রয়োজন। কিন্তু এই সব তৃতীয় পদার্থ দিয়ে রিঅাক্টর চালানোর দ্রুত সম্ভাব্য। এখনটি হলো উর্বর পদার্থ U-238 বা Th-232 থেকে বধাক্রমে বিভাজনযোগ্য Pu-239 অথবা U-233 প্রক্রিয় করা এবং দ্বিতীয়টি হলো সেমোট দ্রুত পদার্থ দিয়ে রিঅাক্টর চালানো। এই দ্রুত সম্ভাব্যই একযোগে



সম্ভাবন হতে পারে যদি U-235 রিঅ্যাক্টরের আচরণরূপে U-238 বা Th-232 রাখা যায় এবং নিউট্রন বাড়ে বন্দীকৃত না হয়, তার ব্যবস্থা করা। তাহলে এই রকম রিঅ্যাক্টর থেকে তুণু শক্তি নয়, বাক্তি আলানী Pu-239 বা U-233 পাওয়া যেতে পারে। এই রকম রিঅ্যাক্টরের নাম দেওয়া হয়েছে ব্রিটার (Breeder) বা জননকারী রিঅ্যাক্টর। এতে যে আলানীটুকু বরচ হবে, তার চেয়ে বেশী আলানী উৎপাদিত হবে। এ যেন বাছুরের সাহায্যে টাকা বিভণ করবার বেলা। অর্থাৎ এই রকম জননকারী রিঅ্যাক্টর পরীক্ষামূলকভাবে সাকল্য লাভ করেছে। ক্রত জননকারী রিঅ্যাক্টরে আলানী থাকবে Pu-239 অথবা U-233 আর যে উর্বর পদার্থ থেকে নূতন আলানী তৈরী হবে, তা হলো যথাক্রমে U-233 অথবা Th-232। অর্থাৎ Th-232 থেকে U-233 পেতে হলে বৃহৎ জননকারী রিঅ্যাক্টরও চলতে পারে—কারণ 1৭৭ সারনীতে দেখা যাচ্ছে যে, U-233-এর বিভাজনে গড়ে 2'3টি বৃহৎ বা ক্রত হ-রকম নিউট্রনই পাওয়া যায়। সাধারণতঃ পৃথক-প্রক্রিয়ার অধীনে প্রতি বিভাজনে একের বেশী নিউট্রনই বেরটে, কিন্তু নূতন আলানী প্রজননের বাক্তি কাকটুকু করবার অধীনে আবার আর একটি অথবা তার বেশী নিউট্রন আবিস্কৃত। তাই ক্রত রিঅ্যাক্টরের বেলায় Pu-239 ও U-238 এবং ক্রত ও বৃহৎ হ-কেজেই U-233 ও Th-232-র সমাবেশে জননকারী রিঅ্যাক্টর তৈরী করা সম্ভব।

### LMFBR, HTGR, LWBR

Liquid Metal Fast Breeder Reactor হলো নিউক্লীয় শক্তির উৎসের এক নূতন ধরণ, যা তুণু শক্তিই উৎপাদন করবে না—বরং সবে উৎপাদন করবে নূতন আলানী। এই রকম রিঅ্যাক্টরের দক্ষতার মূল্যায়ন করা হয় দুটি সংখ্যা দিয়ে—এক : জননের অহুপাত ও দুই :

বিভণকরণের সময় (Doubling time)। বিদ্যো-জিত আলানীর প্রতিটি নিউক্লিয়াসের বিভাজনে উর্বর পদার্থের যে কয়টি নিউক্লিয়াস বিভাজন-যোগ্য নিউক্লিয়াসে পরিণত হয়—তা হলো জননের অহুপাত। এই অহুপাত বড় বেশী হবে, রিঅ্যাক্টর ততই দক্ষ প্রদানিত হবে। বিভণকরণের সময় হলো সেই সময়, যাতে আলানী ও উর্বর পদার্থের সমান আলানী উৎপাদিত হতে পারে। সাধারণতঃ এই সময় 10 বছরের কম হয়।

সাধারণতঃ যে জল দিয়ে তাপ পরিবহন তথা নিউট্রন বন্দনের কাজ সাধারণ বৃহৎ রিঅ্যাক্টরে করা হয়, সেই জলের পরিবর্তে LMFBR-এ তরল খাত্ত, যথা সোডিয়াম ব্যবহার করা হয়। কারণ এই রিঅ্যাক্টরে নিউট্রন বাড়ে বন্দীকৃত না হয়, অর্থাৎ তাপ পরিবহনে অহুবিদ্যা না ঘটে, তা করা হয়। সোডিয়ামের স্ফটনিক ও বাষ্পীভবনের তাপমাত্রা এই কাজের খুবই উপযুক্ত। এই রিঅ্যাক্টরের আচরণে U-238 আন্বিকভাবে Pu-239-এ রূপান্তরিত হলে এই দুটির মিশ্রণ দিয়ে আবার নূতন আলানীর কাজ চালানো যাবে।

এই ধরনের রিঅ্যাক্টরের দক্ষতা সাধারণ U-235 থেকে বেশী অর্থাৎ তেরগুণের অধিক উৎপন্ন হয় কম। পরীক্ষামূলকভাবে এই রকম রিঅ্যাক্টর সাকল্য লাভ করলেও বাণিজ্যিক প্রয়োজনে এর ব্যবহার 1985-এর আগে সম্ভব হবে বলে মনে হয় না। তার প্রধান কারণ হলো ক্রতগতি নিউট্রনের সংঘাতে বাতুর বাতব বর্ষ দুর্বল হয়ে পড়ে। ইশ্পাত কেঁপে উঠে ও ভয়প্রকাশ করে যায়। রিঅ্যাক্টরের অংশ হিসাবে যে সব বাত্তু ব্যবহার না করলে চলে না, ক্রত নিউট্রনের এভাবে নেতনি ক্ষয় হাবহার সমস্যা থেকেই ক্রত জননকারী রিঅ্যাক্টরের প্রচলন বিলম্বিত হচ্ছে। অর্থাৎ এই সমস্যার সমাধান না হবার কারণে বৈধ। আশাবাদীদের কাছে তাই জননকারী রিঅ্যাক্টরের এখন বাণিজ্যিক সংকল্পটি আবেদিকার ওয়র্কির্কে



১৯৫৫ খ্রীশ্বে সফল রূপ নেবে । পরীক্ষামূলক এই রকম বেশ কয়েকটি রিঅ্যাক্টর বিভিন্ন দেশে চালু আছে। High Temperature Gas Reactor বা উচ্চ তাপ বায়ব রিঅ্যাক্টর একটি বৃহৎ জনসংস্কারী রিঅ্যাক্টর, যার প্রাথমিক আলানী U-235 ও Th-232 থেকে U-233 আলানী বৃহৎ নিউট্রন দিয়ে তৈরী করা যায়। তাপ পরিবহনের ক্ষেত্রে একে ব্যবহৃত হয় হেলিয়াম বায়ব ও নিউট্রন বন্ধনের ক্ষেত্রে প্রায়কায়িত। আমেরিকার ৪০ যোগাযোগের এই রকম একটি রিঅ্যাক্টর ১৯৬৭ খ্রীশ্বে সাকল্য লাভ করবার পর আর একটি ৩৩০ যোগাযোগ পৰীক্ষামূলক রিঅ্যাক্টরের নির্মাণকাৰ্ম এগিয়ে চলছে—ইতিমধ্যেই কাজ শেষ হবে। এর সাকল্যের উপর খোরিচায় দিয়ে প্রীতার রিঅ্যাক্টর চালাবার সম্ভাবনা নির্ভর করছে।

Light Water Breeder Reactor-এ সাধারণ জল দিয়ে যাতে Th-232-U-233 জনসংস্কারী রিঅ্যাক্টর চালানো যায়, তার পরীক্ষাও চলছে। ১৯৭৫ খ্রীশ্বে হয়তো এই পরীক্ষার প্রাথমিক কলকল জালা যাবে। এই পরীক্ষা সফল হলে পৃথিবীর সবপ্র খোরিচায় সফরের অন্ততঃ শতকরা ৫০ ভাগ শক্তির উৎসরূপে ব্যবহার করা সম্ভব হবে।

এছাড়াও ক্ষুদ্র ও বৃহৎ জনসংস্কারী রিঅ্যাক্টর দিয়ে আরও নানা রকম গবেষণা চলছে—যার ফল এই পতাকীতেই বর্ণিত নিউক্লীয় শক্তির ব্যবহার সম্ভব করবে।

আমেরিকার আটমিক এনার্জী কমিশনের যুক্ত, সাধারণ ইউরেনিয়াম আলানী অন্ততঃ সে দেশে এই পতাকীতেই ছুরিয়ে যাবে—কার্য তাই ব্যবহার যথেষ্ট বেড়ে গেছে। আমেরিকা বর্তমানে যে ৩৭০ মিলিয়ন কিলোওয়াট শক্তিকেন্দ্র ব্যবহার করে, তার ৩০ ভাগের উৎস হবে ইউরেনিয়াম। এখনই সে দেশে ২৬টি নিউক্লীয় শক্তিকেন্দ্র আছে, ৪৭টি এছাড়াও পথে, আরও ৬৭টি তৈরী হচ্ছে। এই সবই চলতে ইউরেনিয়াম দিয়ে। কলে ইউরেনিয়ামের বাইতি পড়বে অশুভ। তাই জনসংস্কারী রিঅ্যাক্টর অপরিহার্য হয়ে পড়েছে।

সারা পৃথিবীর পক্ষে রিঅ্যাক্টর যে তথিত্ব শক্তির প্রধান উৎস, তা নিঃসন্দেহে বলা যায়। তাছাড়া পৃথিবীতে আরও যে সব পুণ্ডন শক্তির উৎস সঞ্চিত আছে অথবা বিজ্ঞানীরা যে সব উৎসের সম্ভাবন করছেন, তা সফল হলে এবং সে সব ব্যবহার করতে পারলে পৃথিবীর সম্ভাব্য বহুকাল বেঁচে থাকবে সন্দেহ নেই।



## সকল

### সরাবীন

এই দুগের খাততালিকার সরাবীন একটি উদ্ভেদযোগ্য নদ। একদিন ছিল যখন সরাবীনের কবর কেউ বোঝে নি। এখন কিন্তু প্রোটিনে তরপুর এই সজিটর মর সকলেই বুঝেছেন। যে সব দেশে খাততালিকার প্রকট, সে সব দেশের খাততালিকার সরাবীন আশীর্বাদব্রত। সত্যার পরীয়ে প্রোটিন বোগাতে সরাবীনের জুলা নেই।

বহুবী ভূগের অধিকারী এই সরাবীন। মায়ার ও ভালাত তৈরীতে সরাবীনের তেল অধিকার। সরাবীনের খাবার মাহ, দুগী ও গরাহিগতর পকে পুটিকর আহার। সরাবীনের ছর থেকে হানি, বই, সন্দেশ কি না তৈরি হচ্ছে। তাপ কটি তৈরীতে সরাবীন কাজে লাগছে। আরও কত নতুন নতুন খাবার তৈরী হচ্ছে সরাবীন দিয়ে।

কিন্তু এইটাই সব নয়। সরাবীনের আরও অনেক বিশ্বকর গুণ আছে। জরনিরে এর ব্যবহারের কথা চিন্তা করলে সত্যই বিস্মিত হতে হয়। সরাবীনের তেল পরিশোধিত করে তা রং, বার্মিশ, প্রান্তিক, সাবান, দাড়ি কাবাংর জীন, ছাপার কানি, নানা প্রকার তেলর ত্রা ইত্যাদি অনেক কিছু তৈরীতে ব্যবহার করা হচ্ছে।

ইদানীং সরাবীন উৎপাদনের উপর অনেক দেশেই ছোর বেওয়া হচ্ছে। পতাবীকাল ধরে সরাবীন চাষের উপর দুক্তরাষ্ট্রে বিশেষ কোম ও ভক্তর বেওয়া হয় নি। কিন্তু এখন সরাবীন দুক্তরাষ্ট্রের অক্তভব প্রবাহ ত্বিকমল। 1960 সাল থেকে 1970 সাল পর্যন্ত 10 বছরে সরাবীন চাষের জবির পরিমাণ চার ভাগের তিন ভাগ বেড়েছে। এর উৎপাদন বেড়েছে বিংশ, আর

রপ্তানী বেড়েছে তিন ভাগেরও বেশী। দুক্তরাষ্ট্রে বছরে এখন 130 কোটি দুশেল বা 3 কোটি 50 লক টন সরাবীন উৎপন্ন হচ্ছে।

সরাবীন ও সরাবীনজাত ত্রব্যের সবচেয়ে বক্ত রপ্তানীকারী এখন দার্কিন দুক্তরাষ্ট্র। 1972 সালের 31শে জুন পর্যন্ত এক বছরে 200 কোটি ডলার দুগের সরাবীন ও সরাবীনজাত ত্রব্য রপ্তানী করা হয়েছে।

পৃথিবীতে সরাবীনের মোট উৎপাদনের তিন-চতুর্থাংশ এখন উৎপন্ন হয় দুক্তরাষ্ট্রে। এই উৎপাদনের অর্ধেকেরও বেশী ভাগ রপ্তানী করছে বিশ্বে।

1972 সালে 5 কোটি দুশেল, অর্থাৎ 1 কোটি 35 লক টন কাটা সরাবীন দুক্তরাষ্ট্র থেকে বিশ্বে রপ্তানী হয়েছে। রপ্তানীর পরিমাণ 1971 সাল অপেক্ষা 20 শতাংশ বেশী। মোতিয়েট ইউনিয়ন গত বছর অগাষ্ট মাসে 10 লক টন সরাবীন আমেরিকা থেকে কিনেছে।

মদ্যবি পক্ত ও দুগীর খাত হিসাবে সরাবীনের খাতের চাহিদা প্রচুর। সরাবীনের তেলের চেয়ে সরাবীনের খাতের রপ্তানীর পরিমাণও অনেক বেশী।

কখন দার্কোটেজ অক্তকৃত পত্মি ইউরোপীয় দেশগুলি সরাবীনের তেল ও সরাবীনজাত খাতের সবচেয়ে বক্ত পরিচায়। এই সব দেশ এক বছরে 54 কোটি ডলারেরও বেশী দাবের 45 লক টন সরাবীন এবং 2 লক 6 হাজার ডলার দুগের 800 টন সরাবীনের তেল কিনেছে।

এর পরেই জাপানের স্থান। 1956 সালে আর 6 লক টন সরাবীন কিনেছিল



আমেরিকা থেকে। গত কয়েক বছরে ভারত, বাংলাদেশ, টিউনিসিয়া ও পাকিস্তান বর্ষে পরিচালিত সন্ধ্যাবীনের তেল কিনেছে আমেরিকার কাছ থেকে। যুক্তরাষ্ট্র, ইরান এবং চীনও কিনেছে। তবে এদের ক্রয়ের পরিমাণ অনেক কম।

সন্ধ্যাবীন উৎপাদনের ক্ষেত্রে ব্রেজিল এবং সুডানারই বড় প্রতিদ্বন্দী হয়ে উঠেছে। পশ্চিম ইউরোপীয় দেশগুলিতে ব্রেজিলের রপ্তানীর পরিমাণ কমেই বাড়ছে। সন্ধ্যাবীন রপ্তানীকারী দেশ হিসাবে ব্রেজিলের স্থান এখন দ্বিতীয়।

সন্ধ্যাবীন উৎপাদনকারী দেশ হিসাবে গণ-প্রজাতন্ত্রী চীনের স্থানও নগণ্য নয় এবং বছরে ৬২ লক্ষ টন সন্ধ্যাবীন উৎপাদন করে, আর সোভিয়েট ইউনিয়ন করে ৫ লক্ষ ৭৫ হাজার টন।

ছোটখাটো উৎপাদকদের মধ্যে রয়েছে ক্যানাডা, বেনিজো, অস্ট্রেলিয়া, আর্জেন্টিনা, কুবায়া, তাই-ওয়ান, নাইজেরিয়া, ইকোয়েনিয়া, কোরিয়া প্রজাতন্ত্র, থাইল্যান্ড প্রভৃতি দেশ।

১৯৭২ সালে সবচেয়ে বেশি সন্ধ্যাবীনের উৎপাদন ৪১ লক্ষ টন বেড়েছে। বর্ধিত উৎপাদনের অনেকখানিই সত্তর হয়েছে আমেরিকা ও ব্রেজিলের অধিক উৎপাদনের দরুন।

সন্ধ্যাবীন যেভাবে কমেই জনপ্রিয় হয়ে উঠেছে, তাতে মনে হয় অত্যন্ত বড় দেশেও এর উৎপাদন কমেই বাড়বে। গ্রীষ্মকাল ও আর্দ্র-গ্রীষ্মকাল দেশে সন্ধ্যাবীনের চাহ সত্তর।

তবে সন্ধ্যাবীনের প্রতিদ্বন্দীও আছে। সুডানারাই এর তীব্র প্রতিদ্বন্দী হলো জুলাবীজ

তেল, তুটোর তেল, পীরাট তেল, সাব্রাওয়ার তেল।

এছাড়া রয়েছে গামিয়া, ইউরোপ ও আর্জেন্টিনার দূর্বন্দী বীজের তেল, ক্যানাডা ও ইউরোপের য়েপনীজ তেল, পেরু ও ক্যাডিমেনজিয়ার মাহের তেল এবং আফ্রিকা ও এশিয়ার বাবায় তেল, নারিকেল তেল ইত্যাদি।

সারা বিশ্বে এই সব জাতীয় তেল আমেরিকার সন্ধ্যাবীনের তেলের সঙ্গে তীব্র প্রতিযোগিতা করছে।

১৯৬৯ সন্ধ্যাবীজ তেলের চাহিদা সারা পৃথিবীতে কমেই বেড়ে যাচ্ছে দেখে কয়েকটি দেশ, যেমন—অস্ট্রেলিয়া, মালয়েশিয়া ও ফিলিপাইন বীপপুত্র এই প্রযোগের সন্ধ্যাবহার করতে চাইছে।

অস্ট্রেলিয়া তার দূর্বন্দী বীজের উৎপাদন খুবই বাড়িয়েছে। ১৯৬৭-৭০ সালে উৎপাদন বেগানে ছিল ১৬,৮০২ টন, সেখানে ১৯৭০-৭১ সালে উৎপাদন ৮২ হাজার টন বাড়িয়ে গেছে।

ফিলিপাইনের নারিকেল তেলের উৎপাদন এবং রপ্তানীও অনেক বেড়েছে। পেরুর মস্ত-শিল্পেরও বেশ সম্প্রসারণ করা হচ্ছে, যাতে বিবেচন রপ্তানীর ক্ষেত্রে বর্ষে পরিমাণ তেল ও খাদ্যতরু উৎপাদন করা যায়।

সুডানায় বেগা বাড়ছে, সন্ধ্যাবীন বেশ প্রতিযোগিতার সম্মুখীন হয়েছে। তবে চবি-বিজ্ঞানীরাও নিশ্চেষ্ট বসে নেই। তাঁরা চেষ্টা করছেন তুটো ও সন্ধ্যাবীর বড় সত্তর সন্ধ্যাবীন উৎপাদন করতে। তাহলে এর উৎপাদনের পরিমাণ ও ছোটখাটো সত্তর বান দুই-ই বাড়বে।

## বিশ্বের খাদ্যোৎপাদন বৃদ্ধির জন্যে উদ্ভিদ-বিজ্ঞানীর গবেষণা

সুডানারই নিউ জার্সির নেওয়ার্কে অবস্থিত রাটবার্গ বিশ্ববিদ্যালয়ে জায়াসাহের যে গবেষণা চলছে, তা বিশ্বের খাদ্যোৎপাদন বৃদ্ধির সহায়ক হতে পারে। এখানকার গবেষণাকারীগণের ছোট

ছোট ভানপালা দিয়ে জোড়-তলন করার ব্যাপারে, মালীনের প্রাচীন প্রকার সাহাব্য ভো যেতরা হচ্ছেই, তাছাড়া গাছের কোব-মর্দন ও নিয়ন্ত্রণ সম্পর্কে বিজ্ঞানীরা যে নতুন নতুন



জান সফর করেছেন, তাঁর কাজে লাগানো হচ্ছে।

ডক্টর কিলিপ ডিনসেট অ্যানিমাটো গ্রাফির গবেষণার মাধ্যমে প্রজনন পদ্ধতি ব্যতীতই গাছপালা উৎপাদনের সম্ভাবনা নিয়ে পরীক্ষা চালিয়েছেন। ডক্টর অ্যানিমাটো নতুন কলেক্টর অব আর্টস অ্যান্ড সায়েন্সেস-এর একজন সহকারী অধ্যাপক। তিনি নেওয়ার্কের রাউজার্স বিশ্ব-বিদ্যালয়ে উদ্ভিদ-বিজ্ঞানের লেবোরেটরীতে গবেষণার ব্যাপ্ত আছেন।

পাত পাত বছর ধরে মালীরা অর্বোচন পদ্ধতিতে ছোটকলম ব্যবহার মাধ্যমে নতুন নতুন গাছপালা লাগি করছে।

নতুন কোব উৎপাদনের নবলভ জান কাজে লাগিয়ে প্রচুর পরিমাণে চারাগাছ জন্মানো যায় বলে উদ্ভিদ-বিজ্ঞানী ডক্টর অ্যানিমাটো বলে করেন। এর ফলে রপ্তানীবোধ্য কলমের কলমও অনেক বৃদ্ধি পাবে।

তিনি বলেছেন, সকল জীবই কোবের দ্বারা গঠিত। ছোট একটি চারাগাছ নিয়ে আশরা পরীক্ষা করে দেখেছি। উদাহরণস্বরূপ বঙ্গ বাক একটি তামাক গাছ। বর্ষাবোধ্য পুষ্টিবিহারক ও গাছের বৃদ্ধিনিরোধক রাসায়নিক দ্রব্য প্রয়োগ করে কোবগুলিকে বিতরু করে দেওয়া হয়। তারপর কোব বৃদ্ধির মাধ্যমটি পাঠে দিয়ে এই কোবগুলি শিত চারাগাছে রূপান্তরিত করা হয়। এই নবজাত চারাগুলি এদের জনস্বাস্থ্য পূর্বের গাছগুলিরই হুবহু বিতরু সংরক্ষণ।

তিনি তামাক আর গাজর গাছ নিয়ে পরীক্ষা চালিয়ে সাক্ষ্য লাভ করেন। এখন তিনি মিষ্টি আলু বা হাকি আলুর গাছ নিয়ে পরীক্ষা শুরু করেছেন।

তিনি বলেছেন, প্রায় একটি জন্মের দাবার মত ছোট আকারের একটি টিউ বা তরু আবিষ্কারে মিলেছে। এই তরুতে প্রায় 20 হাজার

কোব থাকে। আর তিন মণ্ডারের মধ্যে একটির থেকে দশটি হয় 40-লক্ষ কোব। জরিপের বিশেষ বিশেষ ক্ষতগুলি প্রতিরোধ পর প্রতিটি কোব-জনসংগঠিতভাবে বিতরু হয় আর তা থেকে অধিকল বীজের অঙ্কন এক-একটি চারার জন্মের জন্য হয়। একটি চারার আকারে কয়েক কয়েক সেন্টিমিটারে। বাতাবিক চারাগাছের মতই একটি মন্ডিতে রোদা যায়। বাতাবিক গাছের মতই এগুলিতে মূল, কল ও বীজ জন্মায়।

ডক্টর অ্যানিমাটো বলেছেন, বাতাব্যপাদন বৃদ্ধির ব্যাপারে এই পদ্ধতির সম্ভাবনা প্রচুর। তিনি বলেছেন, উদাহরণস্বরূপ সফর জাতীয় ফুলের বেগা থেকে পারে। এদের উৎপাদন ক্ষমতা নেই বলে এদের পরিমাণ বাড়ানো অসম্ভব। উচ্চ প্রোটিনযুক্ত গরু অথবা হোগ-নিরোধক চাল বা হিম-নিরোধক টোম্যাটো প্রভৃতির উৎপাদন বৃদ্ধির সম্ভাবনা রয়েছে। এই এক জাতীয় কোন চারাগাছ থেকে কোব নিয়ে বহিঃপ্রাণ জন্মানো যায়, তাহলে তা থেকে এরোজনমত বত পুষ্টি চারাগাছ পাওয়া যেতে পারে।

সম্প্রতি ডক্টর অ্যানিমাটো বিশেষ এক জাতের মিষ্টি আলু নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালিয়েছেন। মধ্য আমেরিকা আর আফ্রিকার বিরাট এলাকা জুড়ে এই মিষ্টি আলু বেতসারের অবিকার্য প্রয়োজন যেটাই।

বিশেষ ধরনের কনজাতীয় কলম নিয়ে পরীক্ষা চালিয়ে ডক্টর অ্যানিমাটো সাক্ষ্য লাভ করেন বলে আশা পোষণ করেছেন। তাঁর আশা কলমের ফলে মিষ্টি আলু ও কনজাতীয় অত্যন্ত গাছের কলম প্রচুর থেকে যাবে আর এই আলুই বাগের প্রধান বাত—তাদের বাগের অভাব ঘটবে না।

ডক্টর অ্যানিমাটো বিশেষ আকর্ষিত, নরম আর বিশেষ রঙের চারাগাছ জন্মানোর ক্ষেত্রেও চাক্ষুণ্য



সবকিছু করেছেন। যে সব সাহা বাণিজ্যিক  
বিক থেকে লাভজনক, সেই সব সাহা বিয়েই  
এই সময়ের পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেছেন। উদাহরণ  
উল্লেখ করে তিনি বলেছেন, বাণিজ্যের পর বাগান  
পোলাপ সাহা ভর্তি হয়ে ওঠে, তাতে অল্প  
স্বল্প ফল কোটে। সেই ফল তকিরে একদিন  
সাহা থেকে করে পড়ে—সেই কাজীর গোলাপে  
তার কোনও প্রয়োজন নেই। সুদক্ষী এনারেন  
সামগ্রী তৈরীর ক্ষেত্রে যে গোলাপে রাসায়নিক  
পদার্থ থাকে, সেই কাজীর গোলাপ সাহা  
কোষ বৃদ্ধির ব্যাপারেই তিনি আগ্রহী। তেজ  
ও মশলাকাজীর সাহা বংশবৃদ্ধির ব্যাপারেও  
অনুগ্রহ পদ্ধতি অবলম্বন করা যেতে পারে বলে  
উদ্বিগ্ন-বিজ্ঞানী ডক্টর আনিরাটো মনে করেন।

অন্যভাবে সাহা বংশবৃদ্ধি নিয়ে ডক্টর  
আনিরাটো অস্বীকৃতি করেছেন। বীজের একটা  
বড় সুবিধা এই যে, এগুলি সংরক্ষিত রাখা যায়  
এবং বিভিন্ন বয়সের আবহাওয়া সৃষ্টিত বেগে  
এগুলি পাঠানো যায়। অথচ এর ফলে ঐ বীজ  
মই হয়েও যায় বা অথবা অকালে এগুলি  
অনুরিতও হয় না।

কোনদুপ বৃদ্ধি হাড়াই পিত চারপাশকে  
দীর্ঘকাল বাঁচিয়ে রাখবার পদ্ধতি আবিষ্কারের  
কথা তিনি জানতেন। এই ব্যাপারে ইতিমধ্যে  
কিছু সাক্ষ্যও তিনি অর্জন করেছেন। অল্প  
একটো আরও অনেক কিছু অনুসন্ধানের  
সাধারণ বা আছে, তা নিয়ে তিনি ব্যাপৃত  
আছেন।

## রকেটের আলানী

প্রদীপকুমার দত্ত\*

### জুজিকা

১৯৫৭ খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানের ইতিহাসে একটি অস্বাভাবিক  
বছর। এর আগে মার্কিন জল, স্থল, অতীক  
জয় করলেও মহাকাশ ছিল অজানা। ১৯৫৭  
খ্রীষ্টাব্দেই প্রথম মার্কিন মহাকাশে পাড়ি জমাবার  
পথ উন্মোচন করলো। রাশিয়ার তৈরী প্রথম  
মহাকাশযানটি পৃথিবীর বায়ু কাঠিরে চলে গেল  
টানের কাছে, বাবা পড়লো টানের আকর্ষণে, তবু  
উপগ্রহরূপে সেটি চক্র পরিভ্রমণ করতে থাকলো।  
তারপর থেকে ১৫ বছরের মধ্যে মার্কিন মহাকাশ-  
যানে শুধু একাধিকবার টানের মাটিতে পতন  
করেছে। এর ক্ষেত্রে মহাকাশযানগুলিতে প্রচণ্ড  
পরিবেশের সফল করতে হয়েছে। তা না হলে  
পৃথিবীর অভিকর্ষের বন্ধন ছিন্ন করা সম্ভব হতো  
না। মহাকাশযানগুলিতে পতিতের সফল করে

রকেট এবং রকেটের পতিতের নির্ভর করে ব্যবহৃত  
আলানীর উপর।

তবু চক্র জয়েই মার্কিন সফল নয়। সে চার  
মহাকাশে আরও দূর থেকে দূরত্বের পাড়ি দিতে,  
এই থেকে প্রত্যন্তের বেতে। আর তার ক্ষেত্রে  
চাই প্রচণ্ড পতিতের অধিকারী হওয়া। আর  
চাই রকেটগুলির কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি করা একান্তই  
প্রয়োজন। এই উদ্দেশ্য নিয়ে রকেট বায়ুতর  
ক্ষেত্রে বিভিন্ন আলানী সম্পর্কে পরীক্ষা-নিরীক্ষা  
চালাবে হচ্ছে। বর্তমান প্রকল্পে সে সম্বন্ধে কিছু  
আলোচনা করা হবে।

সর্বপ্রথম যে রকেটটির কথা জানা যায়, সেটিতে  
আলানী হিসাবে ব্যবহৃত করা হয়েছিল।

জনসংবাদ বিজ্ঞান, আচার্য বি. এন. শ্রী  
কলেজ, কুচবিহার



যাকনের বিক্ষোভের কালে বহু উত্তপ্ত গ্যাস রকেটের নির্গমনপথে অতি দ্রুত নির্গত হয় এবং তার ভিতর প্রচণ্ড চাপের সৃষ্টি হয় তার জেতে রকেটটি সমুদ্রগতি লাভ করে। এই সময়ে একটা তুল্য ধারণা প্রচলিত আছে যে, রকেট থেকে নির্গত গ্যাস বাইরের বাতাসে বল প্রয়োগ করে, বার কালে রকেটটিকে গতির সন্ধান হয়। প্রকৃতপক্ষে শূন্যেই রকেট তার সর্বোচ্চ কার্যকরতা অর্জন করে। রবার্ট এইচ. গডার্ড গাণিতিক উপায়ে পরীকার সাহায্যে এই তথ্য প্রমাণ করেন। রকেট গতিশীল হবার কারণ, নির্গত গ্যাস কর্তৃক বাইরের বাতাসে বল প্রয়োগ নয়, রকেট থেকে প্রচণ্ড বেগে গ্যাস নির্গত হবার সময় রকেটটির উপর যে প্রতিক্রিয়ার বলের সৃষ্টি হয়, তার জেতেই রকেটটি সমুদ্রগতি লাভ করে। নির্গত গ্যাসের বেগ বৃদ্ধি বেশী হলে, রকেটের উপর প্রতিক্রিয়ার বলও তত বেশী হবে এবং রকেটটির বেগও তত বেশী হবে।

রকেটের ইঞ্জিনের সঙ্গে অভ্যন্তর ইঞ্জিনের, বলা—জেট, গ্যাসোলিন প্রভৃতি—ইঞ্জিনের একটি মূলগত পার্থক্য রয়েছে। তা হলো এই যে, রকেট তার প্রয়োজনীয় অক্সিজেন নিজেই বহন করে, বার কালে তা শূন্যে চলতে পারে। রকেটের বহন প্রকোষ্ঠে (Combustion chamber) অক্সিজেন সরবরাহকারীর সঙ্গে জ্বালানীর মিশ্রণে যে উত্তপ্ত গ্যাস উৎপন্ন হয়, তা রকেটের নির্গমনস্থল দিয়ে বেগে এসে রকেটটিকে গতিশীল করে। কিন্তু অভ্যন্তর জ্বালানী-বহন ইঞ্জিনে, বলা—গাড়ী, জেট, যোযবান প্রভৃতির ইঞ্জিনে জ্বালানীর বহনের জেতে প্রয়োজনীয় অক্সিজেন বাইরের বায়ুমণ্ডল থেকে সংগৃহীত হয়।

### রাসায়নিক জ্বালানী

বর্তমানে রকেটে প্রচলিত রাসায়নিক জ্বালানী

ব্যবহৃত হয়। এই জ্বালানী কঠিন অথবা উত্তপ্ত প্রকারেই হতে পারে। রকেট তার গতি-শক্তি অর্জন করে জ্বালানীর রাসায়নিক শক্তি থেকে। জ্বালানীর উপযোগিতা করেকটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। সেই জ্বালানী তত বেশী উপযোগী অর্থাৎ বা রকেটকে বহু বেশী বেগ দান করতে সক্ষম, বার বহন বহু বেশী তাপ নির্গত হয় এবং বহন বহু পদার্থসমূহ বহু বেশী হাফা হয়। কারণ আপেক্ষিক বলা হয়েছে যে, নির্গত গ্যাসের বেগ বৃদ্ধি বেশী হলে, রকেটের অর্জিত গতিবেগও তত বেশী হবে। সুতরাং জ্বালানীর পরিমাণ এক রেখাও যদি নির্গত গ্যাসকে বেশী বেগ দান করা যায়, তবে রকেটের গতিবেগ বৃদ্ধি পাবে। তাই যে জ্বালানী বহনের পর বহু বেশী তাপ এবং বহু হাফা পদার্থ সৃষ্টি করবে—সে জ্বালানী তত বেশী উপযোগী। রকেটে প্রচলিত প্রকৃতি প্রকৃতি সেকেন্ডে ব্যয়িত জ্বালানীর পরিমাণের দ্বারা তাপ করে রকেটের আপেক্ষিক ব্যতের (Specific impulse) পরিমাণ করা হয় এবং তা সেকেন্ডে এককে প্রকাশ করা হয়। 400 সেকেন্ডে আপেক্ষিক ব্যতবিশিষ্ট রকেটের জ্বালানীকে তাপ জ্বালানী বলা হয়। রাসায়নিক জ্বালানী ব্যবহারকারী রকেটের সর্বোচ্চ তড়িৎ আপেক্ষিক ব্যত 400 সেকেন্ড।

### কঠিন জ্বালানী

কঠিন জ্বালানীর কথা বলতে গেলে প্রথমেই উল্লেখ করতে হয় নাইট্রো-সেলুলোজ ও নাইট্রো-গ্লিসারিন মিশ্রণের। এটিকে সাধারণত ডি-বাস (Double-base) জ্বালানী বলা হয়। ডি-বাস জ্বালানীসমূহের বহন স্থল দ্রুত সংকুচিত হয় এবং তা ব্যবহারের পক্ষে বেশ উপযোগী। তবে অসুবিধা এই যে, এই জ্বালানী প্রকৃতির পদ্ধতি কঠিন এবং কঠিন। এই জ্বালানী সাধারণত ছোট রকেটে ব্যবহার করা হয়।



দ্বিতীয় ধরনের কঠিন আলানীকে বলা হয় কম্পোজিট (Composite) আলানী। এতে আলানীকে অজ্বিলেন সরবরাহকারী পদার্থের সঙ্গে পুঁথ জালভাবে মিশ্রিত করে এক্সপেন্ডেবল ট্যাংক (Expendable tank) রাখা হয়। এই ট্যাংক একাধারে নাকর প্রকোষ্ঠ, রকেট কঠিনো এবং নকন প্রকোষ্ঠরূপে কাজ করে। সাধারণতঃ কম্পোজিট ধরনের আলানী হিসাবে হাইড্রোকার্বন শিলাজলুজাতীয় পদার্থ (Asphalt type material), রবার বোঁপ, প্লাস্টিক প্রকৃতি ব্যবহৃত হয়। থার্মোকল, প্যারাক্সিন বোম এবং পলিউরথেন প্রকৃতি আভকাল প্রায়শঃই ব্যবহার করা হয়। অজ্বিলেন সরবরাহকারীরূপে সাধারণতঃ অ্যামোনিয়াম নাইটেট, পটাশিয়াম ক্লোরেট ব্যবহা অ্যামোনিয়াম পারক্লোরেট ব্যবহৃত হয়।

যে রকেটে কঠিন আলানী ব্যবহৃত হয়, তার আবরণটি বহুলাংশে আকৃতিবিশিষ্ট হয়। এই আবরণের মধ্যে আলানী ভরা থাকে। আলানীর মধ্যে দিয়ে রকেটের বৈদ্য ব্যবহার একটি ছিদ্র থাকে। এই ছিদ্রের মধ্যে দিয়ে আগুনের শিখা ছড়িয়ে পড়ে আলানীর নকন ঘটায়। বহনের কালে স্টে উত্তপ্ত গ্যাস ভীতবেগে রকেটের পিছন দিকের নির্গমন পথে বেরিয়ে আসে এবং রকেটটি সম্মুখ দিকে পতিত হয়। পিছনের নির্গমনপথের ঠিক নোজান্না রকেটের সাবনের দিকে কয়েকটি ছিদ্র থাকে। রকেটের সম্মুখ দিকে চলার সময় এই ছিদ্রগুলি বন্ধ রাখা হয়। কিন্তু তাদের বোলা হলে আলানীর নকনে স্টে গ্যাস রকেটের সাবনের ছিদ্রদ্বারা এবং পিছনের নির্গমনপথ দিয়ে একই সঙ্গে বেরোতে থাকে। কালে গ্যাস নির্গমনের ফলে রকেটটির উপর যে প্রতিক্রিয়া বাতাসদ্বারা পড়ি হবে, তারা পরস্পরকে প্রশংসিত করবে এবং রকেটটির উপর বোটা বাতের বাস হবে শূন্য। কিন্তু এই রকেটে বাতের পরিচাল ইচ্ছাবৃত নিয়ন্ত্রিত করা যায় না। তবে লামে কম, বেশী

নির্ভরযোগ্য এবং সহজে চালনা করা যায় বলে তাদের এই রকেট কিছুটা লাভবান হয়ে যায়। তাছাড়া কঠিন আলানী ব্যবহারের একটি প্রধান সুবিধা হলো এই যে, এতে রকেটের এক্সপেন্ডেবল পুঁথই কম করতে হয় এবং রকেটকে অতি দ্রুত ব্যবহার করা যায়। কঠিন আলানীর রকেটে আলানীর বহন রকেটকে প্রচুর পরিমাণে ভাণের সম্মুখী হতে হয়। এক্ষেত্রে রকেটের আবরণ পুঁথ দৃঢ় করা প্রয়োজন। তাই এই ধরনের রকেট বেশ ভারী হয়।

### ভরল আলানী

ভরল আলানী ব্যবহারকারী রকেটে কঠিন আলানী ব্যবহারকারী রকেট অপেক্ষা অনেক জটিল হলেও তাদের কার্যক্ষমতা অপেক্ষাকৃত বেশী। ভরল আলানী দুই প্রকারের—একক ও বৈক (Mono-propellant & Bi-propellant)। এখানটি হলো কোন অম্বারী ভরল, যথা—হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড প্রকৃতি, বাবা সহজেই বিয়োজিত হয়ে গ্যাস ও প্রচুর পরিমাণে ভাণের সৃষ্টি করে। স্টে উত্তপ্ত গ্যাস রকেটের নির্গমন পুঁথ দিয়ে দ্রুত বেরিয়ে এসে রকেটকে পতিত করে। যম হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডকে আলানী হিসাবে ব্যবহার করলে পটাশিয়াম পারক্লোরেটে অথবা ম্যাকানিক তাই-অক্সাইড তার বিরোধনের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। বৈক আলানীতে ভরল আলানীর সঙ্গে ভরল অজ্বিলেন সরবরাহকারী একত্রে ব্যবহৃত হয়। এই ধরনের আলানী হলো কেরোসিন, অ্যাপকোহল, হাইড্রাজিন ও তার সুতর্যোপনন (Derivatives), ভরল হাইড্রোজেন প্রকৃতি। এদের অজ্বিলেন সরবরাহকারী-সমূহ হলো নাইট্রিক অ্যাসিড, নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড, ভরল অজ্বিলেন প্রকৃতি। রকেটে আলানী ও তার অজ্বিলেন সরবরাহকারী একতর্যাবে নির্ধারিত করা হয়, যাতে রকেটটি



প্রয়োজনীয় গতিবেগ অর্জন করতে সক্ষম হয়।

উপরিউক্ত আলানীসমূহের মধ্যে কেরোসিন, হাইড্রাজিন, অ্যালকোহল প্রভৃতি আভ্যন্তরীণ তাপ-মাত্রার তরল হওয়ায় তদ্বিভূতে ব্যবহারের ক্ষেত্রে একতরফে সঞ্চয়কারী (Storage tank) অবস্থা রকেটের ট্যাংকে অনির্দিষ্টকালের ক্ষেত্রে সক্ষম রাখা যায়। এই সব ক্ষেত্রে অক্সিজেন সরবরাহকারী রূপে নাইট্রিক অ্যাসিড, নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড প্রভৃতিতে সক্ষম রাখা হয়।

পবেষণার ফলে এমন আলানী পাওয়া সম্ভব হয়েছে, যাতে আলানীর সঙ্গে অক্সিজেন সরবরাহকারীর একত্র সংস্পর্গ হতে বহন সুরক্ষিত হয়। এরূপ ক্ষেত্রে বহনক্ষমতা সংশ্লিষ্ট করবার ক্ষেত্রে রকেটে কোন পৃথক ব্যবস্থা রাখবার প্রয়োজন থাকে না।

এবার তরল আলানীর রকেটের সঠিক সম্পর্কে সংক্ষেপে কিছু আলোচনা করা যাক। এটি অপ্রাসঙ্গিক হবে না, কারণ তাহলে কঠিন আলানীর তুলনায় তরল আলানী ব্যবহারের সুবিধাগুলি সহজেই বোঝা যাবে। এই সব রকেটের ইঞ্জিনের তিনটি অংশ থাকে—বহন প্রকোষ্ঠ, আলানীর আগমন ও নির্গমনন্থ। সঞ্চয়কারী সক্ষম আলানীকে উচ্চ চাপের গ্যাস অথবা পাম্পের সাহায্যে বহন প্রকোষ্ঠে আনা হয়। বাসবসাহী বহনকারীর রকেটে বর্তমানে এখন পদ্ধতির সাহায্য নেওয়া হয়। সে ক্ষেত্রে তাপ প্রদানকারী হিসাবে হিলিয়াম গ্যাস ব্যবহার করা হয়। রকেটের আবিরণ আভ্যন্তরীণ উত্তাপ হয়ে যাতে ফলে না যায়, সে ক্ষেত্রে রকেটের ইঞ্জিনকে শীতল করার ব্যবস্থা থাকে। এক্ষেত্রে রকেটের কোয়ালকে দুই ভাগবিভক্ত করা হয় এবং উত্তাপের মধ্যবর্তী স্থানে দিয়ে তরল আলানীকে সঞ্চয়কার থেকে বহন প্রকোষ্ঠে চালিত করা হয়।

উপরের আলোচনা থেকে সহজেই

বোঝা যায় যে, তরল আলানী ব্যবহারকারী রকেটের ইঞ্জিনে আলানীর পরিমাণ ইচ্ছানুযায়ী নিয়ন্ত্রিত করা সম্ভব। সুতরাং ইঞ্জিনে আলানীর পরিমাণ নিয়ন্ত্রিত করে রকেটের বেগও নিয়ন্ত্রিত করা যায়—এমন কি, রকেটকে ইচ্ছানুযায়ী চালানো বা থামানো যায়। কঠিন আলানী ব্যবহারকারী রকেটের ক্ষেত্রে তা সম্ভব নয়।

আগেই উল্লেখ করা হয়েছে যে, রাসায়নিক আলানী ব্যবহারকারী রকেটের সর্বোচ্চ তড়ুীর আপেক্ষিক বাত হলো ৪০০ সেকেন্ড। সুতরাং বহাকালে দীর্ঘপথ পাড়ি দিতে হলে রাসায়নিক আলানী অকার্যকর হবে। তাই উন্নত মানের আলানী এবং রকেটের প্রয়োজন। এই প্রয়োজনের তালিমদেই এল পারমাণু-কেন্দ্রীয়-আলানী (Nuclear propulsion) ও বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক চালিত ইঞ্জিন।

### পারমাণু-কেন্দ্রীয়-আলানী

রাসায়নিক আলানীর তুলনায় আভ্যন্তরীণভাবেই পারমাণু-কেন্দ্রীয়-আলানী পরিমাণে অনেক কম প্রয়োজন এবং পারমাণু-কেন্দ্রীয়-আলানী ব্যবহারকারী রকেটের আপেক্ষিক বাত ১২০০ সেকেন্ড অর্থাৎ রাসায়নিক আলানী ব্যবহারকারী রকেটের প্রায় তিনগুণ। ফলে রকেটটি অপেক্ষাকৃত বেশী দূর বহনক্ষম। এই ধরনের রকেটে পারমাণু-কেন্দ্রীয়-বিভাজনের (Nuclear fission) ফলে উৎপন্ন তাপের দ্বারা তরল হাইড্রোজেন, তরল হিলিয়াম অথবা তরল অ্যামোনিয়া উত্তপ্ত গ্যাসে পরিণত হয়ে কোয়ারার আকারে নির্গমনপথ দিয়ে বেরিয়ে আসে এবং রকেটটি গতিশীল হয়। পারমাণু-কেন্দ্রীয় চালিত রকেটে ইট-মেনিয়ার, স্ট্রোমিয়ার প্রভৃতি আলানী ব্যবহার করা হয়। এই রকেটের চলবার ক্ষেত্রে কোন অক্সিজেন সরবরাহকারীর প্রয়োজন নেই, তাই উল্লেখের অপেক্ষা রাখে না। এখানে অক্সিজেন



সরবরাহকারীর স্থান অবিকার করে কেন্দ্রীয়-বিক্রিয়ক (Nuclear reactor), বা পারমাণবিক জালানী কেন্দ্রীয় বিচোজন ঘটাবার জন্য প্রয়োজন। তাই পরমাণু-কেন্দ্রীয় চালিত রকেটের ওজন অনেক কম হয় এবং অগ্নিদেহ সরবরাহকারীর স্থানটিও বেঁচে যায়। অবশ্য ছোট রকেটের ক্ষেত্রে এই কথা বাটে না, কারণ পরমাণু কেন্দ্রীদের বিচোজন ঘটাবার জন্য প্রয়োজনীয় পরমাণু-কেন্দ্রীয়-বিক্রিয়কের ওজন কম নয় এবং তা বেশ কিছুটা স্থান অবিকার করে। একবারে পূর্ব বন্ধ রকেটের ক্ষেত্রেই এই কথা প্রযোজ্য। এই ক্ষেত্রে পরমাণু-কেন্দ্রীয়-বিক্রিয়কের ওজন এবং আরওন বাক্সের ঐ আকারের রাসায়নিক জালানীচালিত রকেটে অবস্থিত অগ্নিদেহ সরবরাহকারীর ওজন ও আরওনের তুলনার কম।

পরমাণু-কেন্দ্রীয়ের বিচোজনের পরিবর্তে পরমাণু-কেন্দ্রীয় একীভবনের (Nuclear fussion) সাহায্যে পারমাণবিক শক্তিজালিত রকেটের আপেক্ষিক খাত অনেক গুণ বৃদ্ধি করা যেতে পারে। কিন্তু তার সমস্যা এই যে, পরমাণু-কেন্দ্রীয় একীভবনের জন্যে গ্যাসের তাপমাত্রা অত্যধিক বেশী চলে। প্রয়োজন এবং অত বেশী তাপমাত্রা সহনশীল কোন কঠিন পদার্থের কথা আবারের কানো নেই। উপযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের দ্বারা গ্যাসকে ঘরে রাখবার চেষ্টা বৈজ্ঞানিকেরা করেছেন, কিন্তু তাঁদের এই প্রচেষ্টা বার্ষিক্যের পর্যায়ান্ত হয়েচে। অতি উত্তপ্ত গ্যাসসমূহের কেন্দ্রীয় একীভবন সংঘটিত হবার মত অবস্থার সৃষ্টি হবার আগেই তারা চৌম্বক ক্ষেত্রের বন্ধন ছিন্ন করে। পারমাণবিক শক্তিজালিত রকেট গড়ে তোলবার পথেবদা বৈজ্ঞানিকেরা চালিয়ে যাচ্ছেন। এই এসময়ে উল্লেখযোগ্য যে, আমেরিকার পারমাণবিক শক্তি কমিশন এবং রাসায়নিক বোর্ড উভয়ে ব্যবহারযোগ্য কেন্দ্রীয়-রকেট ইঞ্জিন প্রযুক্তির একটি পরিকল্পনা গ্রহণ করা হয়েছে।

আর এক ধরনের পারমাণবিক শক্তিজালিত রকেট আছে, যাদের ক্ষেত্রে পারমাণবিক শক্তি চালিত রকেটের আবরণ থেকে কিছু দূরে উড়ন্ত হয়ে রকেটটিকে গতিশীল করে। এই ধরনের রকেটের অন্ততম হলো ওরাইয়ন (Orion) এবং কনেক্স (Conex)। ওরাইয়নে কয়েকটি কুহাকার পারমাণবিক বোমাকে রকেটের শিখর তিকে কিছু দূরে বিক্ষোভিত করা যায় এবং রকেটটি বিক্ষোভিত বোমা থেকে নির্গত তরঙ্গের আঘাতে সমুদ্র তিকে গতিশীল হয়। কনেক্সে একটি খাতপ্রকোষ্ঠে বোমাগুলিকে রাখা হয়। এটি অপেক্ষাকৃত অটন হলেও ওরাইয়ন অপেক্ষা বেশী কার্যকর ও কম ব্যয়সাশ্রয়।

### বিদ্যুৎ-চালিত ইঞ্জিন

প্রাকৃতিক দ্বারার মধ্যে যন্ত্রকারী মহাকাশ-যানকে ঘটায় হাজার হাজার মাইল বেগ অর্জন করতে হবে এবং মহাকাশযান চালনাকারী রকেট-গুলিকে এমন হতে হবে—যাতে কম জালানীতেই তারা দীর্ঘদিন ধরে ক্রতবেগে চলতে পারে। বিদ্যুৎ-চালিত ইঞ্জিন, যথা—আরন-রকেট ইঞ্জিন তদুপত্যভাবে এই সর্ভগুলি পূরণ করে। বর্তমান কালে বরণবহুর (Accelerator) সাহায্যে আহিত বস্তুরা অবস্থা আরনকে বরাহিত করা যায়। এই ঘটনাটিকে আরন-রকেট ইঞ্জিনে প্রয়োগ করা হয়। এই ক্ষেত্রে উপযুক্ত তড়িৎ উৎস-সহ একটি কণা-বরণবহুর রকেটের মধ্যে রাখা হয়। এই ধরনের রকেটে শক্তিরান অবস্থা পারনকে উত্তপ্ত করে গ্যাসীয় অবস্থার নিয়ে আসা হয়। তারপর অতি উত্তপ্ত তারজালির উপর চালনা করে তা আহিত করা হয়। এই সব আরনকে বরণবহুর সাহায্যে অতি উচ্চ বেগে বরাহিত করা হয় এবং তারা নির্গমনমূল্য বিয়ে ক্রতবেগে বেগিয়ে এসে রকেটে উচ্চ বেগ সঞ্চার করে।



এই ধরনের রকেটের আপেক্ষিক ব্যাভ 20,000  
সেকেন্ড।

### গ্রাজ্‌য়া-রকেট

আমি এক ধরনের বৈজ্ঞানিক রকেট হলো  
গ্রাজ্‌য়া-রকেট। এই রকেটে আধান-নিরপেক্ষ  
গ্রাজ্‌য়াকে চালক হিসাবে ব্যবহার করা হয়।  
নিরপেক্ষ গ্রাজ্‌য়া হলো পদার্থের এমন একটি  
অবস্থা, যখন পদার্থটি অতি উত্তপ্ত গ্যাস হিসাবে  
অবস্থান করে এবং গ্যাসটি এমনভাবে আহিত  
অবস্থায় থাকে, যাতে ধাতাত্মক ও অধাতাত্মক আয়নের  
পরিমাণ সমান সমান হয়। নিরপেক্ষ গ্রাজ্‌য়া  
একটি অতি উত্তম পরিবাহী। সুতরাং গ্রাজ্‌য়টির  
উপর পরস্পর লব্ধভাবে অবস্থিত একটি তড়িৎ-  
ক্ষেত্র এবং একটি চৌম্বক ক্ষেত্র প্রয়োগ করলে  
গ্রাজ্‌য়াটি একটি বল অনুভব করবে। এই বলের  
দ্বারা ত্বরান্বিত হয়ে গ্রাজ্‌য়াটি অতি উচ্চ বেগ  
অর্জন করতে পারে এবং তারপর রকেট থেকে  
কৃতবেগে নির্গত হয় এবং রকেটটিও কৃত গতিশীল  
হয়। গ্রাজ্‌য়া-রকেটে যত ব্যাভ রকেটের ওজন  
অল্পপাত আয়ন-রকেট অপেক্ষা বেশী হলেও  
গ্রাজ্‌য়া রকেটের আপেক্ষিক ব্যাভ অপেক্ষাকৃত  
কম।

### আর্ক-জেট ইঞ্জিন

বৈজ্ঞানিক রকেট ইঞ্জিনের আর একটি নকশা  
হলো আর্ক-জেট ইঞ্জিন। এতে রকেটের চালক  
পদার্থকে বৈজ্ঞানিক আর্কের দ্বারা কয়েক ছাঁকার  
ভিত্তি তাপমাত্রার উত্তপ্ত করে উত্তপ্ত গ্যাসকে  
নির্গমনরূপ দিয়ে বের করে দেওয়া হয় এবং  
রকেটটি উচ্চ গতিবেগে অর্জন করে। এই  
ধরনের রকেটের অধিক বেগ এবং আপেক্ষিক  
ব্যাভ আমাদের জানা কোনও রাসায়নিক  
অথবা পারমাণবিক রকেটের তুলনায় অনেক  
বেশী।

### উপসংহার

এপর্বত বত রকেটের আলানী ও সেই আলানী  
চালিত রকেটের আলোচনা করা হলো—তার  
কোনটির সাহায্যেই এত বেশী গতিবেগ অর্জন  
করা সম্ভব নয়, যার দ্বারা বাহ্যের পক্ষে  
সৌরজগতের শেষ প্রান্ত পর্যন্ত পরিক্রমা  
করে ফিরে আসা সম্ভব হয়, অথবা কোন  
নক্ষত্রলোকে পাড়ি দেওয়া তো দূরের কথা।  
একজনে আমাদের আরও উন্নত যানের  
আলানী ও রকেটের জ্ঞে অপেক্ষা করা ছাড়া  
পড়াস্বর নেই।



# উদ্ভিদ আশের গুণাগুণ

## রতিকান্ত মাইতি

### সূচনা

উদ্ভিদ ও প্রাণী জীবনধারণের পক্ষে ওষু-  
ধোক্তভাবে অতিত। বাত, বহু, পানীয় ও জীবন-  
ধারণের সব কিছু উপাদান আশরা প্রত্যেক বা  
পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের কাছ থেকে পাই। আদিম  
মানুষ বাত ও ঔষধের সন্ধানে উদ্ভিদের উপর  
নির্ভর করতো। সভ্যতার ক্রমবিকাশের সঙ্গে  
সঙ্গে মানুষ লক্ষা নিধারণের ভিত্তি পাছের বাকল,  
পাতার বালর প্রভৃতির ব্যবহার শুরু করে।  
মানুষ ক্রমশঃ বিভিন্ন রকমের উদ্ভিদ-তন্ত থেকে  
আঁশ বের করে পরিখের বস্ত্রাদি বরনের কোশল  
উদ্ভাবন করলো।

### আঁশ বা তন্ত

এখন আঁশ বা তন্তর কবার আশা থাক।  
কোন উদ্ভিদ-তন্তর গুণাগুণ ও কার্যকারিতা  
প্রধানতঃ নির্ভর করে—(১) চাষের উপযোগিতা  
ও তার উৎপাদন ক্রমতার উপর; (২) পচন-  
ক্রিয়ার (Retting) সাহায্যে সহজে আঁশ নিষ্কাশন  
করবার পদ্ধতির উপর; (৩) উন্নতমানের আঁশের  
কমরের উপর এবং (৪) বাণিজ্যে তার চাহিদা ও  
দাবের উপর। সুতরাং আঁশ-উৎপাদক উদ্ভিদের  
সকলক্ষ নির্ভর করবে তার উন্নতমানের আঁশ  
উৎপাদনের ক্রমতার উপর।

প্রতিটি বাছের কাণ্ডে কিছু কিছু আঁশ আছে,  
কিন্তু তা যদি শিরাবের হয় বা সহজ পচন-  
পদ্ধতির মাধ্যমে নিষ্কাশন করা না যায়, তবে  
বাণিজ্যে তার কোন মূল্য নেই।

উৎপত্তিস্থল বৈশিষ্ট্য হিসাবে সাধারণতঃ  
উদ্ভিদ আঁশকে কয়েক ভাগে ভাগ করা যায়,

যেমন— (ক) কাঁচা আঁশ; (খ) পাতার আঁশ;  
(গ) কল ও বীজ থেকে পাওয়া আঁশ।

(ক) কাঁচা আঁশ (Bast fibre)—এই  
জাতীয় আঁশ আমরা পাছের কাণ্ড থেকে পাই।  
সাধারণতঃ পচনক্রিয়ার সাহায্যে আমরা কাণ্ড  
থেকে আঁশ নিষ্কাশন করি। সাধারণতঃ যখন 50%  
পাছে মূল কোটে ও ছোট ছোট বরে, তখন পাছ  
কাটবার উপযোগী হয়। কাণ্ডগুলি কেটে বিভিন্ন  
মোছার ধারা হয়। পাতা ও ভালপালাগুলি  
কাণ্ড থেকে কেটে বেলে দেই বাণ্ডলগুলিকে জলে  
আঁপ (Steeping) দেওয়া হয়। নানা প্রকার  
জীবাণু ও হজাকের সাহায্যে পচনক্রিয়া সম্পন্ন  
হয়। তারা কাণ্ডের কোষে সঞ্চিত বাত প্রহন  
করে নরম কোষগুলিকে পচিয়ে দেয়। তার ফলে  
লিগনিন ও সেলুলোজ (Ligno-cellulose)  
গঠিত পক্ত আঁশগুলি বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। চাষীরা  
আঁশগুলিকে পক্ত পাটকাটি (Wood) থেকে  
পৃথক করে নেয়। পচনক্রিয়ার ফলে নানাবিধ  
জৈব অ্যান্ডিত উৎপন্ন হয়। যে সব জীবাণু ও  
হজাক এই পচনক্রিয়া সম্পন্ন করে, তাদের মধ্যে  
উল্লেখপূর্ণ হলো Pectinolytic জীবাণু।

পচনকাল নির্ভর করে বিভিন্ন উদ্ভিদের কোষ-  
গত গঠন ও উদ্ভিদের ব্যবস্থিত রাসায়নিক  
ক্রমের উপর। যখন আঁশগুলি একই জন্মের  
মধ্যে সমান বয়সেই কাণ্ড থেকে পৃথক হয়ে  
যায়, তখনই আঁশ নিষ্কাশনের উপযুক্ত সময়।  
আঁশগুলি জলে ভাসিয়ে ধুয়ে ফোঁড়ে তকিয়ে

\* জুট এগ্রিকালচারাল রিসার্চ ইনস্টিটিউট,  
বীলগঞ্জ, মাদারাপুর, 24 পরগণা।



সেবার পর একত্রিত করে পৃথক পৃথক বোকা বাঁধা হয়।

নব উদ্ভিদ তত্ত্ব উপরিত্তক এবার বিধান করা হয় না; যেমন—বেমি (Boehmeria nivea) ও লিনেন (Flax-Linum usitatissimum)। বেমির আঁপ আঁদরা গবেষণাগারে এক রাসায়নিক প্রক্রিয়ার পৃথক করি, বাকি বলা হয় Degumming process বা আঠাঝাঠীর পদার্থ বিমুক্তকরণ। বেমির সেলুলোজ তত্ত্ব উপর জীবাণুগুলির আক্রমণ থাকায় পচনক্রিয়ার প্রভাবে জীবাণুগুলি সেলুলোজযুক্ত আঁপগুলিকে ধরে ফেলে; তাই রাসায়নিক পদ্ধতিতে বেমির আঁপ বিধান করা হয়। আঠাঝাঠীর পদার্থ বিধান করে নেওয়া হয়।

আঠাঝাঠীর পদার্থ বিমুক্তকরণ পদ্ধতির আগে বেমির কাণ্ডগুলি একটি বস্ত্রের মধ্যে গিঁথে বাকল বা ভালতালিকে ভিতরের কাঠি থেকে পৃথক করা হয়, Decorticator নামক বস্ত্রের সাহায্যে। তারপর বিধানিত আঁপ জলে ধুয়ে রৌদ্রে শুকিয়ে গবেষণাগারে পাঠিয়ে দেওয়া হয় ও বিভিন্ন রাসায়নিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে আঁপগুলিকে আঠা'মুক্ত করা হয়।

লিনেন বা Flax-এর ক্ষেত্রে আঁপ নির্গমনের ক্ষেত্রে দুই উপায় অবলম্বন করা হয়। প্রথমে কাণ্ডগুলি জলে ডুবিয়ে রাখা হয় 2-3 দিনের মধ্যে। এই পদ্ধতিতে বলা হয় অর্ধ-পচন প্রক্রিয়া (Half-retting process)। এই প্রক্রিয়ার আঁপগুলি হালের সময় কোরস্কাটি থেকে কিছুটা আঁদরা হয়ে যায়। এই অর্ধ-পচনের পর কাণ্ডগুলিকে রৌদ্রে শুকিয়ে নেয়া হয়। পরে সুবিধা যত ভদ্রকো কাঠিগুলি পেঁয়সবস্ত্রের (Scutching machine) মধ্যে চালিয়ে দেওয়া হয়। কলে আঁপগুলি পাটকাঠি ও ছাল থেকে পৃথক হয়ে পড়ে। এই পরে চিকনির সাহায্যে আঁপগুলি কাঠির ভেঁড়া ও অবাঞ্ছিত বস্তু থেকে পৃথক করা হয়।

বিভিন্ন প্রকার আঁপের গঠনগত প্রভেদেই নতুন আলোচনার আগে আঁপের কান্ডে হবে, আঁপের যান কার উপর নির্ভর করে।

### আঁপের যানের আঁপকাঠি

কৃত্রিম আঁপের যান আঁদরা ইচ্ছা করলে নির্দিষ্ট পদ্ধতিতে প্রস্তুত করে টিক রাখতে পারি। কারণ প্রতিটি কৃত্রিম আঁপের গঠন নির্দিষ্ট রাসায়নিক প্রক্রিয়ার গঠিত হয় বলে তাদের রাণায়নিক গঠন নির্দিষ্ট থাকে, কিন্তু উদ্ভিদ থেকে উৎপন্ন আঁপের যান নির্ভর করে অনেকগুলি কার্য-কারণ সম্পর্কের উপর। তা নিয়ে বিপর্যয়ে আলোচনা করা যাক।

1. বল (Strength)—উন্নতমানের আঁপ বেশী বল হওয়া দরকার। কারণ তাৎক্ষণিক আঁদরা যে কাপড় তৈরী করবো, তা টেকসই ও বলবৃত্ত হবে।

2. নূনতা (Fineness)—আঁপ বড় নূন বা সূত্র হবে, ততই এর যান উন্নত হবে। কারণ নূন কাপড় (Yarn) তৈরীর পক্ষে নূন হতা বেশী উপযোগী।

3. জালিকা (Meshiness)—কাণ্ডহাত আঁপ-সমূহের এটা একটা বিরাট দোষ আছে। এই জালিকা যার বস্তু বেশী হবে, চিকনি যন্ত্রে (Carding machine) তা তত বেশী বাধার সৃষ্টি করবে। কারণ আঁদরা জানি, চিকনি যন্ত্রের কাজ হলো জালিকাকার আঁপগুলিকে লম্বাঘনভাবে পৃথক করা, যাতে বয়ন যন্ত্রে (Spinning machine) অতি সহজে পাক বেঁধে হতা তৈরী করতে পারে। তাই যে যন্ত্রের আঁপ বেশী জালিকা সৃষ্টি করে, তা চিকনি যন্ত্রে অনেকবার বাঁধাতে হয় বলে পরচও বেশী হয় এবং আঁপের অপচর হয় বেশী।

4. আঁপের উপরিভাগের প্রভেদেই উন্নত মানের আঁপের গাঠন বস্তু কম অবলম্বন থাকবে (Irregularities), তত কাপড়ের যান ভাল ইচ্ছা



অন্যতঃ সম্পূর্ণ মন্থন থাকলে বরষা হয়ে পাটাতনো-  
কিয়া (Twisting action) ভাল হয় না, আঁপ-  
গুলি কসকে যায়। তাই আঁপের গার সাদাভা  
অবস্থান (Frictional surface) থাকলে ভাল হয়।

৫. দৃঢ়তা (Rigidity)—আঁপ অপেক্ষাকৃত  
কম দৃঢ় হলে ভাল।

৬. রং (Colour)—পাটের রং বহু বেশী  
উজ্জ্বল হলে, ভাল ভাল।

৭. উজ্জ্বলতা (Lustre)—উজ্জ্বল আঁপের  
পক্ষে উন্নত মান নির্দেশ করে। বেগা পেলে যে,  
যে আঁপ বহু বেশী উজ্জ্বল, সে আঁপ তত বেশী  
দৃঢ়, তাই আঁপের উজ্জ্বলতার সঙ্গে দৃঢ়তারক  
অনুমান করা যায়।

৮. খুঁৎ (Defects)—আঁপের মান নির্ভর  
করে আঁপভাঙের খুঁৎের পরিমাণের উপর।  
খুঁৎ বা দোষ বহু কম হলে, আঁপের মান তত  
উন্নত হবে। খুঁৎকে আঁপের কয়েক ভাগে ভাগ  
করতে পারি; যেমন—মূল গোড়া (Root cut-  
tings), মূল গাঁট (Specks), ছালি (Barky),  
চলমান গাঁট (Runners), (আঠালো ভগ্না)  
(Croppy end), পনখী আঁপ (Mossy fibre),  
মূল ভাঙা (Hunka)।

আঁপের এই খুঁৎগুলি অনেক কারণে ঘটে  
পারে; যেমন—পাট যদি পুরাপুরি পচানো না হয়  
বা আঠা বা জেলিফুল না হয়, তখন আঁপভাঙ  
আঠালো (Gummy) হয়। মূল গোড়া নির্ভর করে  
পেরিডার্মের (Periderm) পরিমাণের উপর; কারণ  
পেরিডার্ম পচানোর সময় সহজে জল শোষণ  
করতে বা তিতরে ঢুকতে সক্ষম না। কাজেই  
পচনকার্যে সহায়ক জীবাণুগুলি সহজে কাঁড়ের  
মধ্যে ঢুকতে পারে না। মূল গাঁট জাতীয় খুঁৎ  
সম্ভাব্যতঃ নির্ভর করে যদি কোন গাছের কাণ্ড  
শাক-প্রশাখা বৃদ্ধ হয় বা পোকানাকড় এই আঁপের  
কড়িসাধন করে। আঠালো ভগ্না দৃষ্টি কারণ  
হতে পারে—(১) জল ঘেঁষার সময় যদি কোন

উপায়ে কাঁড়ের ভগ্নাগুলি অনেক উপরে থেকে  
ডুকিয়ে যায় ও পরে অনেক মতো ভগ্না হয়,  
তবে আঁপভাঙের (Read) ভগ্নার বিকটতার পচন  
ভাল হয় না, (২) যদি কোন কারণে কাঁড়ের  
বাতিগুলি অনেক পচাতে দিতে দেয়া হয় ও  
বাতিগুলি বেশ কিছু দিন উপর থেকে নোকা  
করে মাঠের মধ্যে রাখা হয়, তখন ভগ্নাগুলি  
বোঝে ডুকিয়ে যায়। কলে পচানোর সময় তা  
ভালভাবে পচানো যায় না। এর কারণ পচনকার্যে  
সহায়ক জীবাণুর বাত কাঁড়ের ভগ্নাগুলিতে অপ্রাণ্য  
হয়ে যায়।

ভুক্তাং উপরিত্তক আলোচনা থেকে এটাই  
প্রতিপন্ন হয় যে, উন্নত মানের আঁপ হবে মন্থনালী,  
মজবুত, হাল, কমজালি, অপেক্ষাকৃত মন্থন উপরি-  
ভাগ, স্থলরং, কসকে ও বহুটা সম্ভব খুঁৎহীন।  
ভারতীয় মানক সংস্থা আঁপের মান অনুসারে সাগা  
ও তোরা পাটকে ৪ ভাগে বিভক্ত করেছেন,  
যেমন—সাগা পাটের ক্ষেত্রে  $W_1$  থেকে  $W_4$   
ও তোরা পাটের ক্ষেত্রে  $T_1$  থেকে  $T_4$  পর্যন্ত,  
 $W_1$  ও  $T_1$  সবচেয়ে উন্নত মানের পাট।  $W_4$   
ও  $T_4$  বাণিজ্যে সবচেয়ে উন্নত মানের পাট ও  
দামী।

### আঁপের প্রকারভেদ ও মান

এখন কাণ্ডজাত বিভিন্ন গাছের আঁপের প্রকার-  
ভেদ ও মান সম্বন্ধে আলোচনার আশা থাক।

কাণ্ডজাত আঁপের মধ্যে সর্বোচ্চ হলো পাট  
(তোরা ও সাগা)। তোরা বা মিঠে পাট  
আঁপের পাই *Corchorus olitorius* থেকে ও  
সাগা বা তেতো পাট পাই *Corchorus cap-  
sularis* থেকে। ভারতের বন্যজাতের মধ্যে বা  
বিবলি (*Hibiscus camabimus*), হোজেলি  
(*Hibiscus sabdariffa*), পন পাট (*Crotalaria  
juncea*), ইউরেনা (*Urena*), বোম্বা (*Boehmeria  
nivea*), লিনেন (*Linum usitatissimum*)



ইত্যাদি। এছাড়া আরও সাদা প্রকার উদ্ভিদ থেকে আঁশ পাওয়া যায়, যেমন—*Hibiscus* sp., *Sida* sp., *Abutilon* sp., *Penapetes* sp., *Abroma* sp., কিন্তু এদের উৎপাদন কমতাই অনেক কম এবং অবিকার্য্য ক্ষেত্রে আঁশগুলি বিক্রয়নের হয়।

উৎপত্তির দিক থেকে আবার কাঁচজাত আঁশকে দু-ভাগে ভাগ করতে পারি—

১) প্রাথমিক তন্তু (Primary fibres)—এই জাতীয় তন্তু সাধারণতঃ কাণ্ডের দীর্ঘ প্রাথমিক উৎপাদক কোষ *Procambium* থেকে উৎপন্ন হয়। যেমি, লিনেন, শপশাপট, হেম্প (Cannabis) এই জ্যেষ্ঠত্ব। এসব ক্ষেত্রে আঁশকণ্ড (Fibre filament) সাধারণতঃ লম্বালম্বিতাবে হুঁক একক কোষগুলির (Ultimate fibre) সমন্বয়ে গঠিত বা আঁশ-কোষগুলি পাশাপাশি আঙ্গাঙ্গভাবে থেকে আঁশকণ্ড তৈরি করে।

২) মাধ্যমিক তন্তু (Secondary fibres) — এই জাতীয় আঁশের উৎপত্তি হয় ক্যাম্বিয়ামের (Cambium) কার্যকরিতার ফলে। তার ফলে কাঁচলের মধ্যে তৈরী হয় মাধ্যমিক আঁশ, তিনতের কাঠল কোষ (Wood), বা পাট নিকারনের পর তৈরী করে পাটকাটি।

এসব জ্যেষ্ঠ আঁশগুলি (Primary fibres) গাছের ছালের মধ্যে স্থিতিভাবে সাজানো থাকে। আঁশের কোষগুলি সাধারণতঃ পুরুভাবে বা এক স্তরে স্তরভাবে সরল কোষগুলির মাঝে সাজানো থাকে, যেমন—যেমি, লিনেন ও শপশাপট। শপশাপট ছাড়া এই জাতীয় উদ্ভিদের ছাল থেকে সাধারণতঃ পুরু-ক্রিয়ার আঁশ বেশ কয়বার অস্থিতি আছে। লিনেন ও যেমির ক্ষেত্রে আঁশের বিভিন্ন উপায় অবলম্বন করতে হয়, বা আঁশেই উন্নয়ন করেছি।

শপশাপট (Sunn hemp)—শপশাপটের কাণ্ড খুব পুরু, বকের পালকের মত সাদা স্বচ্ছক

হয়, তবে আঁশ দৃষ্টান্তে দোঁলি হওয়ার পাট বরন হয়ে বোনা যায় না। তাই সাধারণ কৃষকেরা তা দড়ি তৈরীর উদ্দেশ্যে ব্যবহার করে। শপশাপটের দড়ি খুব মজবুত ও পুরু হয়। শপশাপটের আঁশের কোষগুলি খুব লম্বা হয়, বা গড়ে ১১ মিলিমিটার পর্যন্ত এবং লম্বা ও চওড়ার অস্থাপাত ১৭৭। শপশাপটের সেলুলোজ শতকরা ৭০-৭৫% বেশী সেই কারণে এবং কোষের লম্বা ও চওড়ার অস্থাপাত বেশী হওয়ার দ্বারা কাঁচ তৈরীর কারণে ব্যবহৃত হয়; যেমন—সিগারেটের কাঁচ ও মোট তৈরীর কাঁচকে ব্যবহৃত হয়।

লিনেন (Flax)—তিনিরা পাট বা লিনেন কাঁচ তৈরীর উপযোগী, কারণ লিনেনের সেলুলোজের পরিমাণ খুব বেশী ও লম্বা ও চওড়ার অস্থাপাত বেশী (১৩০০)। তাই তা সহজে ছুঁয়ার ফলে হুঁক প্রস্তুত করতে পারে, কিন্তু Flax-এর ফলন কেবল আর্জেন্ট ও নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলে ভাল হয় (যেমন ইটালোপ), কিন্তু গ্রীষ্মপ্রধান দেশে গাছগুলি প্রচুর লম্বা-প্রশাখা বিস্তার করে তিনিতে পরিণত হয়। তিনিরা গাছ থেকে আঁশেরা হুঁকো আঁশ পেতে পারি, কিন্তু তা অতিশয় মিরবানের ও ফলে বরনেরও অস্থাপোযোগী। অবিকৃত লম্বা-প্রশাখাযুক্ত কাণ্ড থেকে আঁশ বেশ কয়বার সহজে হয় না।

যেমি—সব উদ্ভিদজাত আঁশের মধ্যে যেমি একটা উচ্চ স্থান অবিকার করে আছে। এর প্রধান কারণ হলো, যেমি পাটের আঁশগুলি সবচেয়ে লম্বা (২৩ মিলিমিটার থেকে ২৯০ মিলিমিটার ও লম্বা/চওড়ার অস্থাপাত ৩০০) এবং সবচেয়ে শক্তিশালী ও মজবুত হয়। এই একমাত্র আঁশ, যা কৃত্রিম আঁশের মতো পাল্প দিতে পারে। আঁশগুলি বকের পালকের মত সাদা ও স্বচ্ছ কয়বার পকে বিশেষ উপযোগী। একটামাত্র যেমি-কোষ একটি আঁশকণ্ড (Filaments) তৈরী করে এবং এই একটি আঁশকণ্ড একটি বাহ্যিক বাহ্যিক দোঁলি



যেতে ভগ্না পর্বত বিস্তৃত। আঁপের কতকগুলি বোন আছে, যেমন—কোবের প্রথ পূর্ব বোনী (100% পর্বত) ও কোব-প্রাচীর পূর্ব বোটা হয়। তাছাড়া আঁপের গাছ নকশ হওয়ায় প্যাঁজাবো জিন্সার মাধ্যমে বনন হওয়া ঠিকঠাক হয়, তখন দুই আঁপ পরস্পরকে গায়ে আটকে রাখতে পারে না। তাই রেবির আঁপ একা হুজা ঠিকঠাক করতে পারে না, অল্প ক্রিয় আঁপের (Synthetic fibre) সঙ্গে মিশিয়ে হুজা ঠিকঠাক করা যায়। প্রজনন প্রক্রিয়ায় রেবির উন্নতিসাধন করতে হলে আঁপের গবেষণার কয়েকটি দিকে বিশেষ নজর দিতে হবে; যেমন—রেবির আঁপ বেশ সূক্ষ্ম হয়, আঁপের বাইরের গাছ বেন একটু অশুদ্ধ থাকে, কোব-প্রাচীর বেন সূক্ষ্ম হয়। এই বিষয়ে সাদা বহি সফলতা লাভ করতে পারি। তাহলে রেবিকে অতি সহজে তৃণার কলে হুজা ঠিকঠাক ও কাপড় ঠিকঠাক কাজে ব্যবহার করতে পারবো এবং তাতে রোঁব থেকে যে কাপড় ঠিকঠাক হবে, তা যে কোন ক্রিয় হস্তর সঙ্গে প্রতিযোগিতায় সফলতা লাভ করতে পারবে। তাই বৈজ্ঞানিকদের এই বিষয়ে বিশেষ নজর দিতে হবে। আর একটি বিষয়ে বিশেষ নজর দিতে হবে যে, হালের প্রথ-ছেদে বেন আঁপের কোবের সংখ্যা অতি একক আশে বেশী হয়। এই বিষয়ে পাট-কৃষি গবেষণা-পারে কর্তব্যরত কৃষি-বিজ্ঞানীরা যথেষ্ট এগিয়ে গেছেন। পাট-কৃষি গবেষণাপ্রায়েই অতর্কিত আসান (সরভোগ) রেবির গবেষণাপ্রায়ে রেবির বিভিন্ন প্রকার (Variety) বের করা হয়েছে, যার আঁপ পূর্ব সূক্ষ্ম এবং কাঁচের প্রথছেদে আঁপ-কোবের সংখ্যা অনেক বেশী।

যে সব উদ্ভিদগোষ্ঠী জুঁ cambium-এর দ্বারা উৎপন্ন হয়, তার মধ্যে Malvales গোষ্ঠী সবচেয়ে উচ্চতরপূর্ণ স্থান অধিকার করে আছে। এর অন্তর্গত Malvaceae, Tiliaceae এবং Sterculiaceae-এর হালে প্রচুর পরিমাণে আঁপ উৎপন্ন হয়।

এই রেবির উদ্ভিদের বাকসে সুশুদ্ধিতায়ে আঁপ-কোবগুলি সজ্জিত থাকে। রেবির মত এদের আঁপও একটি কোব দিয়ে ঠিকঠাক হয় না। সাধারণতঃ ১ থেকে ৪০ পর্বত কোব আঁপের প্রথছেদে দেখা যায়। এক-একটা কোব গড়ে ২.১ থেকে ৩.১ মিলিমিটার পর্বত লম্বা হয়। আঁপ-কোবগুলির (Ultimate fibre) দায়বাহনে একটি গুলার থাকে এবং দু-পাশের অগ্রভাগ হুচের মত সূক্ষ্ম হয়। এই অগ্রভাগ দান্য আকারের হয়। একটি বাড়ী বেবন অনেকগুলি ইটের সাহায্যে ঠিকঠাক হয়, সেজন্য একটি আঁপও অনেকগুলি কোবের সমন্বয়ে ঠিকঠাক হয়। হুচের মত আঁপ-কোবগুলির অগ্রভাগ হেমিসেলুলোজ ও পেন্টোজ প্রাচীর আঠালো মস্তর দ্বারা সংযুক্ত থাকে। অগাধ কোবের দ্বারা প্রস্তুত এইরূপ আঁপের গাছের হালের মধ্যে লম্বা লম্বাভাবে এখানে-ওখানে হুজা হয়ে একটা আলিকার সৃষ্টি করে। আঁপভাল যখন পচন-ক্রিয়ার সাহায্যে নির্গত হয়, তখনও আলিকাতালি লাট দেখা যায়। বিভিন্ন জাতের উদ্ভিদে আলিকার গঠন বিভিন্ন প্রকার হয় এবং গঠন-প্রণালীর উপর নির্ভর করে আঁপের নাম।

### আঁপের প্রাচীর-বিভাগ

বিভিন্ন ম্যালভেসি গোষ্ঠীভুক্ত (Malvaceae) আঁপের উপর গবেষণা করে ই আঁপগুলিকে তিন প্রাচীরে ভাগ করা যায়।

১) সবচেয়ে উন্নত দানের উদাহরণ Hibiscus vitifolius, Malachra capitata, Urena lobata, U. sinuata, Sida rhombifolia।

এই গোষ্ঠির মধ্যে H. vitifolius এবং Malachra capitata সবচেয়ে উন্নত দানের, কারণ এদের আঁপগুলি বেশী আলিকার সৃষ্টি না করে লম্বা লম্বাভাবে সাজানো থাকে। এছাড়া আঁপগুলি পূর্ব সূক্ষ্ম, বক্রাকৃতি ও উচ্চতর দান্য।



রঙের হয়। এই উদ্ভিদগুলি সূর্যকে ও কব সূর্যের পচনশীল (4 থেকে 8 দিন), আঁশ কোষগুলি খুব সুগঠিত, লম্বা ও চওড়ার অস্থান 160 থেকে 180, বা সুবসকার্বে খুব বহানক হয়ে ওঠে। *H. vitifolius*-এর আঁশ খুব টেকসই এবং হা কববার পক্ষে বিশেষ উপযোগী। এর আঁশও খুব হালকা। তাই গানিটা তৈরীর কাজে খুব সহায়ক হতে পারে।

কনো পাট (*Urena lobata*) খুব সুস্বাদু, বোলারের ও শক্ত হয়, লম্বা/চওড়ার অস্থান 170, কিন্তু তার প্রধান ঘোঁষ হলো বেশী জালিকাযুক্ত আঁশ। *Urena sinuata* অপেক্ষাকৃত সুগঠিত আঁশ তৈরী করে, পক্ষান্তরে *Urena lobata*-র আঁশ অপেক্ষাকৃত অবস্থান (Irregular) হয়।

*Sida rhombifolia*-র আঁশ বোলারের সুস্বাদু, স্বক্ৰমকে, কব জালিকায়ুক্ত ও শক্ত আঁশ উৎপন্ন করে, কিন্তু আঁশওয়ের (reeds) গোড়ার দিকটা কিতার মত হয়, বা বরন যন্ত্রে বাধা পড়ি করে।

2) নব্য বাসের আঁশ—বেতা (*H. Cannabinus*), বোকেলি (*H. sabdariffa*), চীনা পাট (*Abutilon sp.*), *H. acetosella*।

এই সোজির মধ্যে বেতার কলন ভাল ও শক্ত এবং স্বক্ৰমকে আঁশ প্রস্তুত করে। কিন্তু এর খুঁই হলো আঁশও খুব বেশী জালিকায়ুক্ত এবং অবস্থিত উপরিভাগ (Irregular surface) এবং খুঁইও কব নেই। এর পর হাঁড়ার বোকেলি (*H. sabdariffa*), বা অপেক্ষাকৃত সিরবানের, যেমন—বেশী জালিকায়ুক্ত, এর খুঁই (Root cutting, specks) ও মোটা আঁশ। সবচেয়ে বড় ঘোঁষ হলো গাছ পরিণত হতে বহু দিন আগে (280 দিন)। সুতরাং বেতা ও বোকেলের উদ্ভিদসাধন করতে হলে বৈজ্ঞানিকবৈদ্যকরকটা বিবেচনা রাখতে হবে—(1) কব সূর্যের পরি-

পূর্ণভাগ, (2) কব আঁশ, (3) কব জালিকা (4) অপেক্ষাকৃত বস্তু আঁশ।

চীনা পাটের (*Abutilon indicum*) ভাল ও শক্ত হলো স্বক্ৰমকে বাসনের মত হা, কব খুঁই-যুক্ত আঁশ-কোষগুলি খুব লম্বা (লম্বা ও চওড়ার অস্থান 242), এর আঁশও ও আঁশ কোষ সুগঠিত। তবে সবচেয়ে বড় ঘোঁষ হলো এর আঁশও এর গোড়া থেকে ভগ্না পর্বত কিতা-কতি (এর বইয়ের পাতার মত সাঁজানো থাকে)। এই কিতাকতি আঁশ চিকিৎসা করে ভালো খুঁই করে।

3) সিরবানের আঁশ—*H. tetraphyllus*, *Abelmoschus esculentus*, *Abelmoschus sp.*, *H. radiatus*, *H. ficulneus*, *H. panduraeformis*, *H. pungens*, *H. surratensis*।

এই সিরবানের আঁশের মূর্ততা বেশী, কিন্তু পাটের মতো মোটা ও শক্ত হয়, তাহাড়া এদের নানা প্রকার ঘোঁষ ও খুঁই আছে; যেমন—শক্ত গোড়া, গাট শক্ত হা, ও চলমান পাটের পরিমাণ বেশী। তাই পাটের কলে চিকিৎসা করে ও বরন যন্ত্রে কাপড় তৈরী করার পক্ষে অত্যন্ত উপযোগী। আঁশের গঠনও খুব অবস্থিত। এই সিরবানের মধ্যে কেবল *H. tetraphyllus* ও *A. esculentus*-এর আঁশ অপেক্ষাকৃত ভাল। তিগির (*H. esculentus*) আঁশ স্বক্ৰমকে, বকের পালকের মত লম্বা ও খুব জোড়ী, আঁশ-কোষ লম্বা বেশ বেশী (লম্বা 5 মিলিমিটার, লম্বা ও চওড়ার অস্থান 183)

*H. radiatus*-এর আঁশ মোটা, শক্ত ও জোড়ী হয়। তাহাড়া আঁশের দীর্ঘতায় অনেক খুঁই আছে আর *H. panduraeformis*, *H. pungens* ও *H. surratensis*-এর আঁশ স্বক্ৰমকে সিরবানের হয়। এদের আঁশগুলি খুব কব



জ্যেষ্ঠী ও এক লক্ষ বোমা পাকিয়ে থাকে। তাই তাদের কোন কাজে ব্যবহার করা যায় না।

**Tiliaceae**—এই গোত্রের আঁপ একটা খুব জনম অধিকার করে আছে। আমরা তিভা (*Capsularis*) ও মিঠা পাট (*Olitarius*) এর থেকে পাই। বাগিচায় এই পাটকে হোয়াইট (*White*) ও তোষা (*Tossa*) পাট বলে। এই জ্যেষ্ঠীর আঁপ অধিকতর কলমশীল, তাদের বানও খুব উঁচু। তাই বাগিচায় এদের চাহিদা খুব বেশী। আমাদের দেশ থেকে পাট বিশেষে রপ্তানী করে সরকার প্রচুর বিদেশী মুদ্রা অর্জন করেন। বস্তা, বসি, গালিচা ও বিভিন্ন কাজে পাটের সমাধার বিশেষ আছে। অবশ্য বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক সরকার নানা প্রকার কৃত্রিম আঁপ তৈরী করে নিজেদের দেশে আমদানী করিয়ে দেবার চেষ্টা করছেন। তাই কৃষি-বিজ্ঞানীরা চেষ্টা করে যাচ্ছেন, যাতে তাঁরা উন্নত মানের পাটের আঁপ তৈরী করতে পারেন, যা কৃত্রিম আঁপের তুলনায় অপেক্ষাকৃত সস্তা হবে।

মিঠা পাটের আঁপ সাধারণতঃ সোমালী রঙের হয়, উজ্জল স্বকরকে বেশী জোড়ী হয়, আঁপের দানায় খুঁৎ ও খুব কম। তিভা পাটের দান মিঠা পাটের চেয়ে অপেক্ষাকৃত নিরবানের। এর রং সাধা ও স্বকরকে হয়। এর আঁপে বেশ কিছু খুঁৎ আছে, যেমন—লক্ষ পোকা, পাঁট, জালি, বা আমরা তোষা পাটে খুব কম দেবতে পাই। আঁপের গঠন তোষার তুলনায় অধিকতর হয় ও জালিকা বেশী হয়। তিভা পাটের দান বাঁকাতে হলে আমাদের বিশেষ লক্ষ্য রাখতে হবে যাতে পাট কম জালিক, হ্রস্বকৃত ও নির্খুঁৎ হয়। পাট-কৃষি সম্বন্ধে পাঠ্যে প্রজনন-প্রক্রিয়ায় বিজ্ঞানীরা বিভিন্ন প্রকার তিভা পাট উৎপন্ন করেছেন, যাঁদের দান বিভিন্ন প্রকারের। অপেক্ষাকৃত উচ্চ ও নিরবানের আঁপ আমরা তাৎকে পাই। এমন আমাদের লক্ষ্য রাখতে হবে, যাতে আঁপের

দান ও কলম এক লক্ষ পাওয়া যায়। মিঠা পাটের মধ্যে যে আরও 623, যে আরও 878 ও আই আর 1। তিভা পাটের মধ্যে কাকুফ ও যে আর সি 7449-এর দান উন্নত।

রঙের-রসি ও বাবা-রসির সাহায্যে দান্য প্রকার পরিব্যক্ত (*Mutant*) পাটের উৎপত্তি হয়েছে, তাদের মধ্যে কয়েকটির উল্লেখ করা থেকে পারে। *Spontaneous crumpled* ও *Ornamental*-এর আঁপের দান তাদের উৎপাদক যে আর ও 632-এর চেয়ে ভাল, কিন্তু কলম অনেক কম। যে আর সি 212 থেকে উদ্ভূত *Bushytop* ও *Cobaltgummy*-র আঁপের দান খুব নীচু, আঁপগুলির রং, উজ্জল ও শক্তি খুব নিরবানের। এদের আঁপ-কোষের গঠনও খুব অস্বাভাবিক হয়ে থাকে।

**Sterculiaceae**—এথেকে আমরা আঁপ উৎপাদক উদ্ভিদ খুব কম পাই। তার মধ্যে *Pentapetes phoenicea* ও *Abroma augusta*-র উল্লেখ করা থেকে পারে। *Pentapetes*-এর আঁপ যোগায়েন ও দুধ হয়ে থাকে। এর আঁপও খুব বাটো ও কলমজোড়ী হয়। *Abroma* অবশ্য লক্ষ ও স্বকরকে আঁপ উৎপাদন করে, কিন্তু আঁপও খুব প্রচুর খুঁৎ আছে, যেমন—লক্ষ পোকা, পাঁট লক্ষ জোড়ী, তাই পাটের কলে বরন করা অসম্ভব। *Helicteres*-এর আঁপ সবচেয়ে নিরবানের। এর আঁপ আঠালো কিতার বস, এক লক্ষ যে—তাদের পূর্বক করে বুনবোপযোগী করা সম্ভব নয়।

পাতার আঁপ (*Leaf fibres*)—পাতা থেকেও আমরা আঁপ পেতে পারি। ভালজাতীর পাহের (*Palm*) পাতার যেটা থেকে আঁপ পাওয়া যায়, যেমন—ন্যারিকেল (*Cocos nucifera*) ও তাল (*Borassus flabellifer*)। এই আঁপগুলি খুব মোটা ও জড়ব হয়, তাই তালু তৈরীর কাজে বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়।



পাতাকাত আঁপের প্রধান বিশেষ্য হলো আঁপগুলি দৃঢ় হয় না, জালিকা বৃষ্টি করে না, তাই ফলের দ্য একক ও পরস্পর থেকে পৃথক। পাতার মেসোফিল কোষের মধ্যে পাতার পোক থেকে ল্যাম্বি সাঁচানো থাকে।

পাতাকাত আঁপের মধ্যে শিশল (Sisal) খেঁচির উদ্ভিদ গুরুত্বপূর্ণ। বিভিন্ন গাছের পাতা থেকে আঁপ পাওয়া যায়, যার মধ্যে *Agave sisalana*, *Agave amaniensis*, *A. veracruga*, *A. cantala*, *Sansevieria* ও *Furcraea* প্রধান। এদের মধ্যে *Agave sisalana*-র আঁপের ঘান সবচেয়ে ভাল এবং আঁপ খুব বজবুজ, নক্ত ও গোটা, কলক বেঁধী। *Agave amaniensis* ও *A. cantala*-এর আঁপ অপেক্ষাকৃত নক্ত ও কম জোড়ী, *A. veracruga*-এর আঁপ নক্ত ও দুর্বল। শিশলজাতীয় আঁপের একক কোষ বেশ লম্বা এবং লম্বা ও চওড়ার অল্পপাত বেঁধী। কোষগুলি একত্বপভাবে দুই দিকে নক্ত, কোষাও অনবান নয়। *Sansevieria* ও *Furcraea* থেকে আঁপেরা যে আঁপ পাই, তা নক্ত ও খুব দুর্বল। *Furcraea*-এর কোষের গহ্বরের চওড়া ও আঁপ-কোষের চওড়ার অল্পপাত বেঁধী হওয়ার কারণে তৈরীর উপযোগী।

কল ও বীজ থেকে পাওয়া আঁপ (Fruit এবং seed fibre)—কল থেকে যে সব আঁপ প্রস্তুত হয়, তার মধ্যে নারিকেলের আঁপ (Coir) প্রধান (*Cocos nucifera*)। নক্ত দড়ি তৈরীর কাজে এটি ব্যবহারযোগ্য। লম্বাকৃত জলে এর কোষের দাঁড়ানো পত্রের সূত্রের দাঁড়ানো বীজের দড়ি তৈরীর কাজে এটি বিখ্যাত। এই আঁপ নারিকেলের Mesocarp থেকে উৎপন্ন হয়। পাতা নারিকেলের বোনা সূত্রের জলে কাপ দেওয়া হয়, তাতে সরব কোষগুলি লম্বাকৃত হয় এবং তার ও নক্ত আঁপের বের হয়ে আসে। নারিকেলের আঁপ লিঙ্গমিহ ও সেলুলোজের দ্বারা

বস্ত্রিত ও অনেকগুলি একক আঁপ-কোষ দ্বারা প্রস্তুত।

বীজ থেকে যে আঁপ আঁপেরা পাই, তার মধ্যে কৃষ্ণ সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য। বহুবিধ কৃষ্ণের অবদান অনস্বীকার্য। নারিকেলের কোষের মেসোফিল থেকে লম্বাকৃত কোষগুলি বের হয়ে কৃষ্ণ তৈরী করে। কৃষ্ণের আঁপ অপ্রতীকৃত বহুবিধ সাঁচানো পাতাকানো বা আঁপ-বীজ লম্বের দ্য দেওয়া যায়, তাই যে আছে কোষগুলির, তা অনবান। কৃষ্ণ বীজ সেলুলোজ দিয়ে গঠিত এবং একটি দাঁড় কোষ একটি আঁপও তৈরী করে।

### উপসংহার

উপরিউক্ত আলোচনা থেকে জানা গেল, বিভিন্ন উদ্ভিদ থেকে আঁপের বিভিন্ন ধরনের আঁপ পেতে পারি। প্রত্যেকটি আঁপের গঠনগত বৈশিষ্ট্য আলাদা। তাদের গুণাগুণের উপর নির্ভর করে কোন্ কাজে তারা ব্যবহারের উপযোগী। ব্যবহার অনুসারে আঁপেরা উদ্ভিদ আঁপকে কয়েকটি ভাগে ভাগ করতে পারি।

বহুবিধ ব্যবহৃত আঁপ (Textile fibres)—জামাকাপড় তৈরীর কাজে যে আঁপ ব্যবহৃত হবে, তা খুব দৃঢ় এবং সেলুলোজের পরিমাণ বেশী হবে, আঁপগুলির বহির্ভাগ কিছুটা অনবান হবে—যাতে প্যাচানোক্রিয়ার স্থিতি হয়, লম্বা ও চওড়ার অল্পপাত 2000 থেকে 3000 হইবে। কৃষ্ণ, রেচি ও লিঙ্গমিহ এই কাজের উপযোগী।

বস্তা ও বসে তৈরীর কাজে ব্যবহৃত আঁপ (Gunny fibre)—এর জন্তে আঁপগুলি নক্ত, দৃঢ়, অপেক্ষাকৃত কম জালিকাকৃত ও মিথুন হবে, আঁপগুলি সাঁচানো: অনেক কোষের সংমিশ্রণে প্রস্তুত হয়; পাট, বেতা, গোম্বি, কলো পাট, *H. vitifolius*, *M. capitata*, *Sida rhombifolia*-ক আঁপেরা এই কাজে সবচেয়ে ব্যবহার করতে পারি।



**কর্ডাফিবার (Cordage fibre)**—সাধারণতঃ মোটা জাতের আঁপ বা পাটের কল বোনা যায় না, তা বড়ি তৈরীর কাজে ব্যবহার করা যায়; যেমন—পাতাকাত সব আঁপপোড়ি, শব-পাট *H. tetraphyllus*, *Abutilon*, *H. radiatus* ও *Abroma augusta*

**কাগজশিল্প (Paper industry)**: ব্যবহৃত আঁপ এই কাজে ব্যবহৃত আঁপের কতকগুলি বৈশিষ্ট্য থাকা চাই; যেমন—সেলুলোজের পরিমাণ

বেশী হওয়া উচিত, কোবলস্বর ও কোবের চতুর্ভাষ অল্পপাত বেশী হওয়া প্রয়োজন। রেচি, তুলা, মিনের ও শবপাটকে আঁষা দাবী কাগজ তৈরীর কাজে ব্যবহার করি। তিতি (*H. esculentus*) ও চীনাপাট (*Abutilon*) কাগজ তৈরীর পক্ষে বিশেষ উপযোগী। অজুতি আঁপ আঁষা কব দাবী কাগজ তৈরীর কাজে ব্যবহার করতে পারি।

[ এই প্রবন্ধের বিষয়বস্তু অনেকাংশে লেখকের অল্পজ্ঞানমূলক কলের উপর ভিত্তি করে লিখিত ]

## কৃষি-সংবাদ

**খারাবেকাজোল (T B Z) বেশী ছিল**

**যদি কল সংরক্ষণে সাহায্য করে**

ভারতে কল ও সজীর বার্ষিক উৎপাদন প্রায় ২০০ লক্ষ টনের মত হলো এর মতকরা ২০ থেকে ২৫ ভাগই উপযুক্ত সংরক্ষণ কৌশলের অভাবে নষ্ট হয়ে যায়। প্রধানতঃ হ্রাসকক্ষাকার পচনের জটিল সংরক্ষিত কল ও সজী বার্ষিক আবাদ্য হয়ে যায়। সুতরাং সংরক্ষণ করবার আগে প্রতিরোধমূলক ব্যবস্থা হিসাবে কলগুলিতে হ্রাসক-প্রতিরোধক রাসায়নিক ব্যবহার করা হয়। এতদিন পর্যন্ত খারাবেকাজোল দায়ব ও পতন কৃষিশাপক হিসেবে ব্যবহৃত হতো। সম্প্রতি দেখা গেছে যে, শুষ্কায়িত কলের পচন রোধ করতেও এটি বিপ্লবভাবে কার্যকরী।

তামিলনাড়ু কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ের উদ্ভিদ-পালন (হাটিকালচার) বিভাগে সংরক্ষিত কলের রোগ নিয়ন্ত্রণের উপযুক্ত একটি হ্রাসকক্ষাকার নির্বাচন করবার জন্তে কয়েকটি পরীক্ষা করা হয়। এই সমস্ত পরীক্ষার ব্যবহৃত বিভিন্ন রাসায়নিকের মধ্যে খারাবেকাজোল (TBZ) সবচেয়ে কার্যকরী বলে দেখা গেছে। কলগুলি ২-৩ মিনিট হয়ে

খারাবেকাজোল ঘেঁষানো জলে কৃষিতে যেখা তকিয়ে নেওয়া হয় এবং তারপর ঘরের তাপমানে বা তিয়ারিত কক্ষে সংরক্ষণ করা হয়। পাঁচ থেকে কল তোলবার ২৪ ঘণ্টার মধ্যে আঁষা-এ-পাটী আঁধুরে রাসায়নিক প্রয়োগ করা হয়। অজুতি কলে এই সময়ের ব্যবধান রূপা হয় ৪৪ ঘণ্টা। খারাবেকাজোল বিশেষ করে ম্যাগারিন কমলালেবু, মিষ্টি কমলালেবু ও পাহাড়ী কলাই সংরক্ষণজনিত পচন রোধ করতে খুবই কার্যকরী বলে দেখা যায়। এর দ্বারা বিভিন্ন কলের পচনের পরিমাণ প্রায় শতকরা ৬৫-৭৫ ভাগ করে কমে যায়। ১৯৭৩ তালিকার এই সমস্ত পরীক্ষার কলাকল দেওয়া হলো।

ম্যাগারিন কমলালেবু পেনিসিলিনীয় জাতীয় বোল্ড বা হাতা বরষায় কলে সবচেয়ে বেশী নষ্ট হয়। খারাবেকাজোল দিয়ে এই বরষার হাতা-বরা রোগ প্রায় সম্পূর্ণভাবেই দূর করা যায় বলে দেখা গেছে। টি বি জেড (১০০০ পি পি এম) ওজাজোল ৫-১২-এর সঙ্গে ভাল করে মিশিয়ে কমলালেবুগুলির উপর প্রয়োগ বিলে তু পচনই রোধ করে না, কলগুলির উজল, সূর্য ও তাপ-



ভাবও বজার রাখে এবং এর পরে সেগুলি হিমতরে আরও অল্পত: ৭৭ দিন বেশী সময় জালভাবে সংরক্ষণ করা যেতে পারে।

কলা ও লেবুজাতীয় কল পলিথিনের মোড়কে রাখলে দেখতে থাকে। কিছু অতিরিক্ত আর্দ্রতার ক্ষেত্রে কলগুলি সহজেই রোগাক্রান্ত হবার সম্ভাবনা থাকে। সংরক্ষণ করবার আগে কলগুলি টি বি জেডে (100° সি পি এম) ডুবিয়ে নিলে এই সমস্যা দূর করা যায়। আনার-এ-নাহী আঙ্গুরে অপেক্ষাকৃত কম পরিমাণে ওষুধ ও টি বি জেড (200 সি পি এম) ব্যবহার করতে হবে।

জানা গেছে যে, খারাবেগাজোল ছত্রাকনাশক প্রভাব হিসাবে পুখ কার্যকরী হলেও এর বিধের

প্রভাব পুখ বেশী নয় এবং এটি ব্যবহার করলে কলগুলির কোন রকম উপগত অরুচি হয় না এবং বিভিন্ন পরীকার কলাকল থেকে দেখা গেছে যে, নানা ধরনের ছত্রাকের আক্রমণ থেকে রক্ষা করে এই খারাবেগাজোল কলা, আঙ্গুর ও লেবু জাতীয় কল দীর্ঘ দিন ধরে সংরক্ষণ করতে সাহায্য করে।

প্রতি 100টি কলে ওষুধ প্রয়োগের ক্ষেত্রে বরড গড়ে 30 থেকে 50 পরমা। দেশের যথেষ্ট এই রাসায়নিকটি বহুল পরিমাণে উৎপাদন করা হলে বরডের অল্পমাত্রা আরও কমে যাবে।

[ ভারতীয় কৃষি অগ্রদূতান পরিষদ, কৃষি ভবন, নতুন দিল্লী ]

### 1মং জালিকা

চিকিৎসিত কলের নাম	ছত্রাকনাশক	মিশ্রিত যোগ	অচিকিৎসিত কলের জ্বলনায় রোগের একোপ কমে যাবার শতকরা তাপ		সংরক্ষিত জীবনকাল	
			যরের তাপমানে (26—30°সে)	হিমারিত তাপমানে (26—30°সে)	যরের তাপমানে (26—30°সে)	হিমারিত তাপমানে (26—30°সে)
1। বাগাওয়ারিন কমলালেবু	টি বি জেড 1000 সি পি এম	৩ এবং জীব বোড	80	75	7 দিন	40 দিন
	টি বি জেড 1000 সি পি এম + ওরাজোল 0-12	৩ এবং জীব	—	80	—	50 দিন
2। মিষ্টি কমলালেবু	টি বি জেড 500 সি পি এম	.	90	90	10 দিন	60 দিন
3। আনার-এ- নাহী আঙ্গুর	টি বি জেড 200 সি পি এম	৩ এবং বোড ৪টি	80	95	7 দিন	20 দিন
4। পাহাড়ী কলা	টি বি জেড 1000 সি পি এম	আনধাকোজ	69	70	8 দিন	20 দিন
		কাট আঙ ইনকেকশন	75	75	—	—
5। বেটে জাতের ক্যাডেডিন কলা	.	আনধাকোজ	45	40	8 দিন	20 দিন
		কাট আঙ ইনকেকশন	75	75		

বাগাওয়ারিন কমলালেবু—5-70° সে; মিষ্টি কমলালেবু—2-4° সে; আনার-এ-নাহী আঙ্গুর—0° সে; পাহাড়ী বেটে জাতের ক্যাডেডিন কলা—13-15° সে।



# ভারতের খনিজ সম্পদ—হীরক

অরবিন্দ দাস\*

হীরক বহু মূল্যবান খনিজ সম্পদের মধ্যে অন্যতম। প্রাচীনকাল থেকেই মানুষ এই হীরক সম্বন্ধে অবহিত ছিল। এখানে হীরক সম্বন্ধে সংক্ষেপে কিছু আলোচনা করা হচ্ছে।

প্রকৃতি—খনির অভ্যন্তরে পাথরের সঙ্গে অথবা কোন কোন নদী তীরস্থ বাসুকার সঙ্গে যেখানে থাকে এই হীরক বা হীরা। হীরকযুক্ত পাথরের টুকরা উত্তমরূপে চূর্ণ করে জলে যেখানে হয়। এরপর চর্বিমাখানো আনত একটা একাত্ত টেবিলের উপর দিয়ে উক্ত মিশ্রণ প্রবাহিত করা হয়। ভারী ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র হীরার টুকরাগুলি নীচে বিড়িয়ে গিয়ে চর্বিতে আটকে যায়। এরপর কয়েকবার ঘোঁড় করে উজ্জ্বল হীরকবস্ত্র সংগ্রহ করা হয়।

কৃত্রিম উপায়েও হীরক প্রস্তুত করা সম্ভব। কিন্তু তার উপকরণের কথা শুনে অবাক হয়ে যেতে হয়। চিনিভাত অকার নিরেই মরসী (Moissan, 1893) লেবোরেটরীতে এই অনুলা রহস্য প্রকট করেন। এই রহস্যর মূলে রয়েছে অকার—সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র সামগ্রীটি। সত্যিই এটা এক বিশ্বাসের বস্তু। বাহ্যিক, বর্তমানে বিদ্যুৎ-চুম্বীতে পৌঁছানো ও উচ্চ অকারের বিশ্লষণে প্রায় 3000° সে.-এ বহুদূর ধরে গলিত করে তাকে গলিত সীসার মধ্যে হঠাৎ ঠাণ্ডা করলে (Chilling) কিছু অকার অত্যধিক চাপে (70,000-100,000 তন বায়ুমণ্ডলীয় চাপ) হীরকে পরিণত হয়। পরে হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের দ্বারা পৌঁছ হ্রবীভূত করে পৃথক করে নিলে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র হীরকের ক্ষুদ্রিক পাওয়া যায়। তবে এর মত কিছু অবিভক্ত থেকে যায়।

ব্যবহার—এই হিসাবেই কিন্তু হীরকের একমাত্র ব্যবহার নয়। নিম্নে এটি বেশ ভিন্নমুখী ভূমিকা গ্রহণ করে থাকে। কাচ কাটতে হীরা ভো ব্যবহার করা হয়ই, এছাড়া কঠিন বলে দ্বিহ্ন করার যন্ত্রে ও খুব নক্ত ইম্পাক্টকে আকার দিতে হীরক ব্যবহৃত হয়। এর ঘর্ষণক্ষমতা (Abrasive property) অপরিমিত। যদি একটি চাকার হীরার ভেঁড়া নিরিয়ে আটা দিয়ে লাগিয়ে চাকাটি ভেঁয়া বেগে ঘোরানো যায়, তবে ঐ চাকার দ্বায়ে বহু নক্ত জিনিষই রাখা যাক, তাকে পালিশ করা যেতে পারে। এমন কি, অপর হীরার টুকরাগুলিও এভাবে পালিশ করা হয়ে থাকে। অবিভক্তিযুক্ত হীরা (2-1% গ্রাফাইট-ইটনুক্ত) কার্বনডো (Carbondo) রহস্য হিসাবে অল্পমুক্ত হলেও দুটো বাজু, পাহাড় বা পাথর কাটা ও জিনিষ মগ্ন করার কাজে অধিক ব্যবহৃত হয়।

ধর্ম—বিশুদ্ধ হীরক অতিশয় স্বচ্ছ ও বর্ণহীন। এর প্রতিসরাঙ্ক (Refractive index) খুব বেশী (প্রায় 2.42, জলের দ্বারা 1.33) বলেই আভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ক্ষমতাও যথেষ্ট, আর তার জেতেই হীরাকে এত উজ্জ্বল দেখায়। হীরকের টুকরাগুলি কেটে বহুতল করলে কোণ বৃদ্ধির সঙ্গে এর ঔজ্জ্বল্যও অত্যন্ত বৃদ্ধি পায়। এর হলো—হীরা আসল কি নকল—তা কেমন করে বুঝা যায়? এম-রশ্মির কথা আমরা জানি। আসল হীরার তিত্তর দিয়ে এই এক্স-রশ্মি যেতে পারে, কিন্তু নক্ত কৃত্রিম কাঁচ বা ইত্প নকল হীরার তিত্তর দিয়ে যেতে পারে না।

\* রসায়ন বিভাগ, রাইসক্ক মিশন আবাসিক মহাবিদ্যালয়, বরেন্দ্রপুর, 24-পঞ্চগণ।



হীরকে যৌগ কার্বনের রূপভেদ বলা হয়। গ্রাফাইট, হীরক, কাঠকয়লা, কোক প্রভৃতি সবই কার্বনের রূপভেদ। বাস্তবঃ এই বিভিন্ন রকমের কার্বনের ভিত্তর পার্থক্য দেখা যায়, কিন্তু সমপরিমাণ ভরনের বিভিন্ন প্রকারেরকার্বন নিয়ে জারিত করলে কেবলমাত্র কার্বন ভাই-অক্সাইড পাওয়া যায় এবং প্রত্যেক ক্ষেত্রে এর আয়তন এক। এই বিভিন্ন পদার্থগুলি যে একই যৌগের ভিন্ন ভিন্ন প্রকারভেদ মাত্র, এটাই তার প্রমাণ।

হীরক বসেই ভারী এবং পরিচিত সর্বাধিক কঠিন পদার্থগুলির মধ্যে এটি হলো অতঃপর। কিন্তু হীরক কেন এত কঠিন? হীরকের ক্ষটিক হলো ঘনাকার। এক-বর্গের পরীকার দেখা গেছে, প্রত্যেকটি কার্বন পরমাণু তার চারটি সমবোজ্য-তার সাহায্যে অপর পরমাণুগুলির সঙ্গে যুক্ত থাকে এবং ঐ চারটির প্রত্যেকটি আবার আর চারটি পরমাণুর সঙ্গে এঁটে থাকে। যোজকগুলি চতুর্ভুজ আকারে 109 ডিগ্রী 23 মিনিট কোণ করে প্রসারিত। ছুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে ব্যবধান  $1.54 \text{ \AA}^{\circ}$  ( $1 \text{ \AA}^{\circ} = 10^{-8}$  সে. মি.)। হীরকের ক্ষটিককে তাই একটি বিরাট অণু (Giant or macromolecule) মনে করা যেতে পারে। হীরকের অসামান্য কঠিন এই বিশেষ গঠনের জেটেই হয়েছে। আর এরূপ গঠনের জেটেই কোন রাসায়নিক বিকারকের দ্বারা হীরক বিশেষ আক্রান্ত হয় না।

বর্ণহীনতা ও অস্বচ্ছতার দ্বারা হীরকের সূর্যায়ন হয়ে থাকে। সোনার মত হীরকের ওজন ক্যারাট হিসাবে মাপা হয় (এক আন্তর্জাতিক ক্যারাট = 0.20 গ্রাম)।

ভারতীয় হীরক—পৃথিবীর হীরকের বেশির ভাগ সরবরাহ হয় দক্ষিণ আফ্রিকা থেকে। 90% হীরক আফ্রিকাতেই পাওয়া যায়। এখানেকার কিয়দশির হীরকখনি অস্বচ্ছ। কিন্তু অস্বচ্ছতা হলো—সবচেয়ে সূক্ষ্ম হীরকখনিতেও 60 টন কীচা-

বাগে মাত্র 1 আউন্স পরিমাণ হীরক থাকে। ব্রেন্সিল বা ইয়ালতানের হীরকখনি আবিষ্কৃত হবার পূর্বে ভারতবর্ষের হীরকের প্রকৃত ব্যাপ্তি ছিল। মাত্র চার-শ' বছর আগে সম্রাট আকবরের আমলেও হীরকখনির আর হতো বার্ষিক 12 লক্ষ টাকা! সে দিনের ভারতবর্ষের যে সকল হীরকখনি বিখ্যাত হয়েছিল, সেগুলি হলো—কোহ-ই-নূর (186 ক্যারাট), বিশাল মন্ডল (280 ক্যারাট), নিজাম (277 ক্যারাট), তুলসী (193 ক্যারাট), নীল আশা (41.5 ক্যারাট) ও পিট (410 ক্যারাট)। আর পৃথিবীর বৃহত্তম হীরক আবিষ্কৃত হয় 1905 সালে কিয়দশির বনি থেকে; নাম—কুলিনান (Cullinan), ওজন—3032 ক্যারাট। এর এক-এক বড়ের মূল্য নির্ধারণ করা হয়েছিল তখনকার প্রয়োজনীয়তা অনুসারে; যেমন—ডানানীচন বৃহৎকার পিটকে (The Pitt) বদন কুত্রাকার 135.75 ক্যারাট ওজনের বড় পুনরায় কাটানো হয়; তখন তার মূল্য নির্ধারিত হয়েছিল বিশেষী দ্বারা 480,000 পাউণ্ড!

দীর্ঘকাল ইংরেজ রাজস্ব প্রাচীন ভারতের হীরকসমৃদ্ধ স্থান বৃন্দেলবৎ (পাঠা-হীরার জেতে) ও মাদ্রাজ (গোলকুটা হীরার জেতে) আদ ইতিহাসপ্রসিদ্ধ আর অতীত পৌরবের সাক্ষীতে পরিণত হতে চলেছে—তবে হুবেয় বিষয়, একে-বারে নিঃশেষিত হয় নি। আধুনিক যন্ত্রপাতি ও বৈজ্ঞানিক সাহসসম্মান দিয়ে পাঠা, কুহল, বেলারী ও মধ্যভারতে অবস্থিত পাললিক ও মলতানের বনি থেকে রত্নোপযোগী ও অজ্ঞাত নিম্নে ব্যবহারযোগ্য সামান্য পরিমাণ হীরক সংগ্রহ করা হয়। গড়ে বার্ষিক উৎপাদন আর 2,000 ক্যারাট মাত্র। তবে এই প্রসঙ্গে একটি উল্লেখ-যোগ্য বস্তু হলো—কয়েক বছর পূর্বে পাঠা অঞ্চলে অতি দ্রুতগতির টীলা পাইপের (Pipe of ultra basic rock) সন্ধান পাওয়া গেছে। কিয়দশির



হীরকসমৃদ্ধ অঞ্চলের উৎসের সঙ্গে এর সাদৃশ্য রয়েছে। তাইকেই হীরকনিজে হয়তো আবার আবারের একদিন পৌরবসর দিন করে আসবে।

এবার হীরকের অবস্থান সম্পর্কে ভূতত্ত্ববিদ্যের পারদার কথা আলোচনা করা যাক। ভারত-বর্ষের বিজ্ঞানী প্রণালীতেই (Vindhyan system) ভারতীকরণের ভরের (Diamondiferous strata)- অবদান (Deposit) পরিপূর্ণ হয়। তবে পূর্বে আলোচিত অকলসমৃদ্ধের কোন কোন নদীতীরস্থ বাস্তুকা বা হুজির সঙ্গে হীরার ছোট ছোট টুকরা পাওয়া যায়। যথাক্রমে উচ্চতর বিজ্ঞানপর্বতের দুই হীরকসমৃদ্ধ অঞ্চল হলো—কমুর (Kaimur sandstone) থেকে রেওয়া স্রো

(Rewah series) পর্যন্ত বিস্তৃত শিঙীকার মল (Conglomerate Band) রেওয়া থেকে ভাঙার স্রো (Bhandar series) পর্যন্ত ব্যাপ্ত। তবে আশ্চর্যের বিষয় হলো এই যে, বিজ্ঞানপর্বতের গর্ভে কিন্তু এই বস্তুসমূহ হীরকের জন্ম হয় নি। এই হীরকের আদি মাত্র (Matrix) সম্ভবতঃ সেখানে বা কেন্দ্রীভূত হয়েছিল, যা হলো—বিজ্ঞানপর্বতের স্রো (Vijawar series) কাঠের আগেরদিকের পরিধাতে—একসাথে বেরিয়ে আসা গলিত লাভা থেকে। ভূতত্ত্ববিদ ডি. এল. হুবার বলে, এই বিজ্ঞানপর্বতের স্রোতে কেন্দ্রীভূত হীরক আগের-হুজির সঙ্গে ভূগর্ভস্থার দ্বিধা বহুকাল ধরে গলিয়ে গলিয়ে চলে গেছে সোলকুতা বা পাজা অঞ্চলে। কি আশ্চর্য এই প্রকৃতির খেলা!

## পরিবেশ দূষিতকরণে শব্দের ভূমিকা

### কীপক চক্রবর্তী

এই মুগে পথ ছাড়া একটি সুসুষ্ঠু আবার করা করতে পারি না। যে পথ ঘোটেই প্রতিবন্ধক নয়, যে পথ অবাচিত এবং অস্বাভাবিক তাই আবার সাধারণতঃ 'আওয়ার' কিংবা প্রতিবন্ধক পথ বলে জানি। বর্তমান সভ্যতার অন্ধত্ব সূচী হলো এই আওয়ার। বাস্তব অবস্থা চিরদিনই পবিত্র, মীরবতা তার কাছে অদৃশ্য। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিজ্ঞান দ্রুত এগার ও অগ্রগতির কণে আধিকৃত হয়েছে দ্রুত গতিসম্পন্ন বিমান, মোটর গাড়ী, রেলগাড়ী প্রভৃতি। তার জন্মেই এই পৃথিবীতে বাস্তব জীবনে আওয়ারের প্রভাব দেখে বেড়ে। কলম্বুস পথ ও শিল্পমণ্ডলীতে যান্ত্রিক আওয়ার পরিবেশকে দূষিত করছে। আমেরিকার নুকারাট্টে দ্বিতীয় মহাযুদ্ধের প্রাক্কালে আওয়ারের জন্মে অকস্মে কর্তব্যতা করে

বাওয়ার কতির পরিধায় বেগানে ছিল বিশ লক্ষ ডলার, এখন সেখানে সেই কতির পরিধায় হয়েছে বিপদ। অগ্রগতির পক্ষে এই আওয়ার কতির সঙ্গে নেই। তার জন্মেই শিল্পগতির প্রতিক্রিয়া দেখা দিচ্ছে সংখ্যা বেড়ে বাওয়ার উদ্বিগ্ন হয়ে উঠেছেন—কেন না, অগ্রগতির বহিঃতর জন্মে মানিকপক্ষেই কতিপূর্ণ বিতে হচ্ছে। এখন এই পথের পরিধায় কি করে কমানো যায়, সেই চেষ্টার নিম্নত্ব হয়েছেন কিছু সংখ্যক স্থপতি, মনর পরিকল্পনাবিদ আর জনস্বাস্থ্য বিভাগের বাস্তবকার।

পথের প্রকল্পতা ঘোষণাতে ডেনিয়েল ব্যবহৃত হয়। সম্পূর্ণ পাত পরিবেশে যে কীপকর বা সাধারণতঃ পথের চাপ একটি আর বসন্তের কান ভবতে পারে, সেই পথের বাওয়ার পরিধায়  $10^{-10}$ /



ওয়াট (সে. মি.)<sup>২</sup>, বা হলো জলসাম্যতার প্রায়ত বাহু। এই পরিমাপ শক্তির পুত্র ডেনিয়েল বলে শব্দের মাত্রার পরিমাপ নির্ধারণ করা হয়। কোন শব্দের পরিমাপ ডেনিয়েল-এ দেওয়া থাকলে সেই পরিমাপ শব্দ, জলসাম্যতার সীমার কতজন, তা বের করা যায় নিম্নোক্ত সমীকরণ ব্যবহার করে :

$$\frac{P}{P_0} = 10^{\frac{x/10}{10}}$$

যেখানে P=শব্দের পরিমাপ, P<sub>0</sub>=প্রাথমিক সীমা এবং X=ডেনিয়েলে শব্দের পরিমাপ। এই পুত্র অধ্বাঙ্গী 100 ডেনিয়েল শব্দের জলসাম্যতার সীমার 10<sup>10</sup> জন বেশী বা 10<sup>-10</sup> ওয়াট/(সে. মি.)<sup>২</sup>। শব্দের মাত্রা 100-120 ডেনিয়েল হলে মানুষ অবস্থিতির করে এবং সেই মাত্রা যদি আরও বেড়ে 130-140-এ ওঠে, তাহলে নেটা মানুষের পক্ষে সহনীয় থাকে না।

কলকাতার নাগরিকদের বৈদ্যুতিক জীবনের বিভিন্ন ধরনের আওয়ার সঙ্করতে হয়, যেমন—ইন্ডের ঘরবাড়ি, বাইকের জীওরিনা, বাস ও ট্রাকের বৈদ্যুতিক হর্নের আওয়ার, পাইলিং-এর শব্দ প্রকৃতি। বাইক যারকং যে দান-রাজবাড়ি, তার পরিমাপ প্রায় 105 ডেনিয়েল, যার কলে দৃষ্টিতা, শব্দিপ্রাপ্ততা, ক্রান্তি—এমন কি, পেটের গুণগোল পর্বত হতে পারে। ইলেকট্রিক হর্নের আওয়ার (প্রায় 110 ডেনিয়েল) নিম্না-সীমতা, আলুনার প্রকৃতির কারণ ঘটায়। দমদম বিমানঘাটের এক বাইলের মধ্যে ক্রেট মেমের আওয়ার (প্রায় 120 ডেনিয়েল) দুয়ের ব্যাঘাত ঘটি করে, কলে শব্দের কতি হয়। নিউগোটিক বোম্বের এক সনাকার জানা যায়, বুটেনে শব্দের বহু নিউগোটিন বোনে ভোনে প্রতি চারজন একজন পুরুষ এবং প্রতি তিনজন একজন মহিলা। কালে অতিরিক্ত শব্দের বহু

মানসিক বিকারের হাসপাতালগুলিতে প্রতি পাঁচজনে একজন বিকৃত বোম্বী ভক্তি হচ্ছে। পরিসংখ্যান নিয়ে দেখা গেছে বাত্মনিক শব্দের মধ্যে বাস করলে দৃষ্টিগতভাবে ব্যাবি দৃষ্টি পায়, বিশ্রাম-প্রদানে কিছুটা পরিবর্তন দেখা যায়—এমন কি হৃৎকোর গুণগোল হয়। অতিরিক্ত শব্দের কলে পাকবস্ত্রের অনেক সময় গুণগোল দেখা দেয় এবং তার কলে অস্ত্রগুলি টিলে হয়ে আলুনার বোনের দৃষ্টি করে। প্রমাণিত হয়েছে যে, অতিরিক্ত আওয়ারের কলে মানুষের হৃৎকোর শব্দের শক্তি—এমন কি, দৃষ্টিশক্তিও কমে যায়। অতিরিক্ত আওয়ারের কলে মানুষের প্রাণ বাহুতর কতিপ্রকৃত হতে পারে। বেশীর ভাগ চিকিৎসকের মতে, প্রতি তিনটি নিউগোটিন বোনের একটি এবং প্রতি চারটি বাত্মনিক একটি কারণ হচ্ছে শব্দ।

করাসী বিশেষজ্ঞ প্রোফেসর জিন বার পত্রিকা করে দেখেছেন যে, কোন অকিণে যদি গোলমাল 20 ডেনিয়েল কমানো যায়, তাহলে সেই অকিণের কর্মকমতা শতকরা 9 ভাগ বেড়ে যায় এবং মানব জুলের সংখ্যা শতকরা 29 ভাগ কমে যায়।

যদিও আওয়ার পতঙ্গপত্নকে কতটা কতিপ্রকৃত করে, তার কোন পরিসংখ্যান নেই, তবুও আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রের কিছু কিছু বহু অতিবোধ করেছেন যে, সেন অথবা বড় বড় রাস্তার গাড়ী বাত্মনিকের কলে যে অতিরিক্ত শব্দ হয়, সে শব্দে দৃষ্টি এবং গুণগোল উৎপাদন শক্তি হ্রাস পায়।

বোম্বাট্মিভাবে বলতে গেলে ভারতে আওয়ারের পরিমাপ আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্র, বুটেন, জাপান প্রকৃতি দেখ থেকে কম। তবে ভারতের অর্থনৈতিক উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে বড় বড় কল-কারখানা স্থাপিত হচ্ছে; যথা—হুগলি, তিমাই, রাউরকেলার ইন্দ্রাভ কারখানা, বাত্মনিকেরে বিদ্যাব নির্মাণ কারখানা প্রকৃতি এবং তার কলেই শব্দের পরিমাপ দৃষ্টি পাবে সেই সব কারখানা।



বই গ্রন্থের মধ্যে দিয়ে বড় বড় সড়ক নির্মিত হয়েছে। এর কালে একদা যে গ্রাম ছিল পল্লবী, এখন নির্মিত পাড়ী বাতায়নের কালে শেওড় কোলাহলমুখর হয়ে উঠেছে।

বিশেষজ্ঞের মতে, প্রতিবছরকার শস্যের আক্রমণ থেকে রক্ষা পেতে হলে বাতায়ন তৈরী করতে হবে বিমানবন্দর এবং বড় বড় রাস্তা থেকে দূরে। শিল্পসংস্থা, পরিবহনসংস্থা, শহর-পরিবহন, পৌর বহুপক এবং সর্বোপরি জন-সাধারণের ঘোষ সহযোগিতা ছাড়া সম্ভবে

অতিরিক্ত শস্য হ্রাস অনশ্বব। প্রয়োজন হলে কোলাহলমুখর পরিবেশ কঠোর করে আইন প্রণয়ন করতে হবে।

মাক্ষম বেড়ায়ে কলোয়া, বনজ, শেওড় বহাধারীর বিজ্ঞান সংগ্রাম করছে, বর্তমানে তাঁকে ঠিক তেমনভাবে শস্যের বিজ্ঞান সংগ্রামে নামতে হবে—এই কথা বলেছেন বিজ্ঞান গোপালীবাগুদিত্ত রবার্ট কক্স। আবারও বেককে শস্য ও শস্য রক্ষিতে গেলে যেমন পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন পরিবেশের প্রয়োজন, ঠিক তেমনি প্রয়োজন পল্লবী শস্য পরিবেশের।

## বিজ্ঞান-সংবাদ

আবর্জনা থেকে আলানী গ্যাস

ইউনিয়ন কার্বাইড কর্পোরেশনের টেরিটোরি (নিউ ইয়র্ক) গবেষণাগার এখন এক পদ্ধতি বের করেছে, যার দ্বারা পরিচাক্ত জিনিষকে বিপুল মাত্রায় আলানী গ্যাসে রূপান্তরিত করা যায়। এই গ্যাস হল-কার্বানার পক্ষে খুব প্রয়োজনীয়। বৈদ্যিক পাঁচ টন করে পরিচাক্ত জিনিষ দিয়ে পরীক্ষামূলকভাবে এই পদ্ধতির এক সন্যোচনা চালানো হয়েছে। এক বছরেরও বেশী এভাবে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করা হয়। ওয়েস্ট ভার্জিনিয়ার কোন এক কোম্পানীর কারখানায় এই নিয়ে পুরাপুরিতাবে কাজে হাত দেবার পরিকল্পনা করা হয়েছে।

আবর্জনা-বিজ্ঞান পদ্ধতিতে একসাথে পরিচাক্ত জিনিষকে বায়ু একত্বা প্রয়োজনীয় বায়ুধনে পরিণত করে। কিন্তু তাৎক্ষণিক উৎপন্ন হয় পীড়িত বেশী শক্তি। এক শ' পাউন্ড আবর্জনা করে বায়ু দুই পাউন্ড দাবী বায়ুধনে রূপান্তরিত হতে পারে। পছন্দ অনেকের নিত্যকার আবর্জনা—যেমন মালের আঁশ, তরকারির বোসা, কামড়ের

ইকরা, কাঠের স্ক্রি, রাবার, নানা ধাতুর খণ্ড, কাচ ভাঙ্গা ও এবনি ধরনের নানা পরিচাক্ত জিনিষ বাত্মা একটী চুল্লীতে দিয়ে অগ্নিজেলে আলিয়ে পরীক্ষা করা হয়।

এখানচা বায়ু ও কাচের বায়ুধন জমি তরাট, রাস্তা ও দালান তৈরীর কাজে ব্যবহৃত হতে পারে বলে এই কোম্পানী অতিরিক্ত প্রকাশ করেছে।

### নতুন ধরনের বস্তা

২৫ বছরেরও বেশী হয়েছে আলম্যাক কর্পোরেশন (ট্যানকোর্ড, কানেকটিকাট, যুক্তরাষ্ট্র) পরীক্ষামূলকভাবে এক উৎপাদনের কাজে হাত দিয়েছে। এটি হচ্ছে নতুন ধরনের এক আতীর বস্তা। এই কর্পোরেশনের বোর্ডের সভাপতি ডটর কার্লই বার্গেন এই বস্তার উদ্ভাবক। এই বস্তার নাম হয়েছে 'টাক বিব'।

ডটর বার্গেন বলেছেন, এটি একটি সম্পূর্ণ নতুন ধরনের বস্তা। প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম দুধার এ যেন এক মিলনসেতু। এর দ্বারা ব্যবহার-



কারীর সব রকম সুবিধাই হয়ে থাকে। অসুবিধার কিছুই নেই।

মোটোকোমিক্যাল থেকে টাকনির তৈরী হয়েছে। প্রচলিত মাইলবের সঙ্গে এর ফিল নেই। টাকনির নিম্নে পুরু ও বহিরা নির্বিণেয়ে সকলের জন্মেই পোষাক তৈরী করা যেতে পারে।

এই বস্ত্র বায়ুর কলীর বাশ্প দ্বারা বেশী করে টেনে নিতে পারে। তার ফলে এই পোষাক পরে খুব আরাম পাওয়া যায় এবং অসুবিধাও কমতাই আছে।

### ডাকনিরীল টেলিকোম

মোটোবোলা, ইনকর্পোরেটেড ( নিউ ইয়র্ক ) সংস্থা বহনযোগ্য এক ধরনের টেলিকোমের প্রবর্তন করেছেন। এই টেলিকোম হাতে বহন করা যায়। এর কোন তারের দাবী নেই। আর এর ওজন হচ্ছে মাত্র 28 আউন্স।

ডটল কম্পিউটার ব্যবহার এই টেলিকোমের কার্য হয়। টেলিকোমে কারো সঙ্গে কথা বলতে হলে ডাকনির চলতে চলতে অবস্থা চলতে গাড়ী থেকে কোন বাড়ীতে বা অফিসে ইচ্ছামত সংযোগ করা যায়। কেন্দ্রীয় কম্পিউটারের অধীনে সুপরিকল্পিতভাবে বসানো বহু সংখ্যক রেডিও-ট্রান্সমিটার ও রিসিভারে রেডিও টেলিকোম সংকেত পাঠায়। কেন্দ্রীয় কম্পিউটার টেলিকোমের সেই ডাক সাধারণ টেলিকোমে সমতুল্য পৌঁছে দেয়। সাধারণ টেলিকোমের আত্মা ও 'হাউস-কোম'র কারিগরে পৌঁছে দেওয়া যায়।

মোটোবোলা কোম্পানীর উদ্ভাবক কর্তৃত্বাধিকার মর্টন কুশার বলেছেন, সন্তান ধরনের এই কোম্পানী তারের প্রয়োজন নেই। আত্মকাল ব্যবহারের তারের সাহায্যে পাঠানো হয়। জু ডাই নয়,

টেলিকোম তারের ব্যবহার করতে হয়; তা ছাড়া যেটি বসাবার জায়গা তা আছেই। তার করেই একটা জুড়ে যেওনা লাগিবে এবং করেই পছন্দের সাহায্যে সাধারণ টেলিকোম ব্যবহার ছাড়াও কারো কারো কাজ অতি সংক্ষেপে সেবে নিতে পারা যাবে।

### ব্র্যাকবোর্ডের লেখা দূরে পাঠানো যাবে

ব্র্যাকবোর্ডে কিছু লেখা হলে বা কোন ফ্রেম বা ছবি আঁকা হলে সেগুলি টেলিকোমের তারের দ্বারা দিয়ে সঙ্গে সঙ্গে পাঠিয়ে দিয়ে অনেক মাইল দূরত্ব পর্ষায় প্রতিকলিত করে দেওয়া যায়। এই সুস্থের ব্র্যাকবোর্ড নিয়ে এখনও পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলছে। হয়তো শীঘ্রই এমন দিন আসবে, যখন কোন সম্মেলনের বহনযোগ্য টেলিকোমের সাহায্যে কথা ও সাক্ষাতিক চিত্র সঙ্গে সঙ্গে অফিস, সম্মেলন কক্ষ, ক্লাব ঘর এবং বক্তৃতাগৃহে সরাসরি পাঠিয়ে দেওয়া সম্ভব হবে।

হল্ডেজের ( নিউ জার্সি ) বেল টেলিকোম লেবরেটরীর পাঁচজন ইঞ্জিনিয়ার টেলিরাইট পছন্দের একটি নমুনা অন্বেষণ করেছেন। এর কর্মসূচী হচ্ছে—এই ধরনের বকি, কলম, পেনসিল অথবা স্টাইলস প্রভৃতি লেখার সরঞ্জামের সঙ্গে ছোট একটা লোকেশন ইন্ডিকেটর জুড়ে দেওয়া হয়। বোর্ডের লেখার আয়নার হাতটাকে বেতাবে সজ্জা করা হয় ইন্ডিকেটর তার পূর্ণাঙ্গ অঙ্গসঙ্গ করে। টেলিকোমের লাইনের অপর প্রান্তে প্রতিকলিত সংবেদনশীল একটি আলোকচিত্রের ফিল্ম এই প্রান্তের সকল সংবাদ বাস্তব উপায়ে চিত্রিত হয়ে যায়। তার তা একই সঙ্গে একটা 'পর্দা' বসে যায়। 'কিনোমী' এই রেখাচিত্র ভবিষ্যতের ব্যবহারের জন্যেও যথেষ্ট বেতবে দেওয়া যেতে পারে।



কিশোর বিজ্ঞানীর

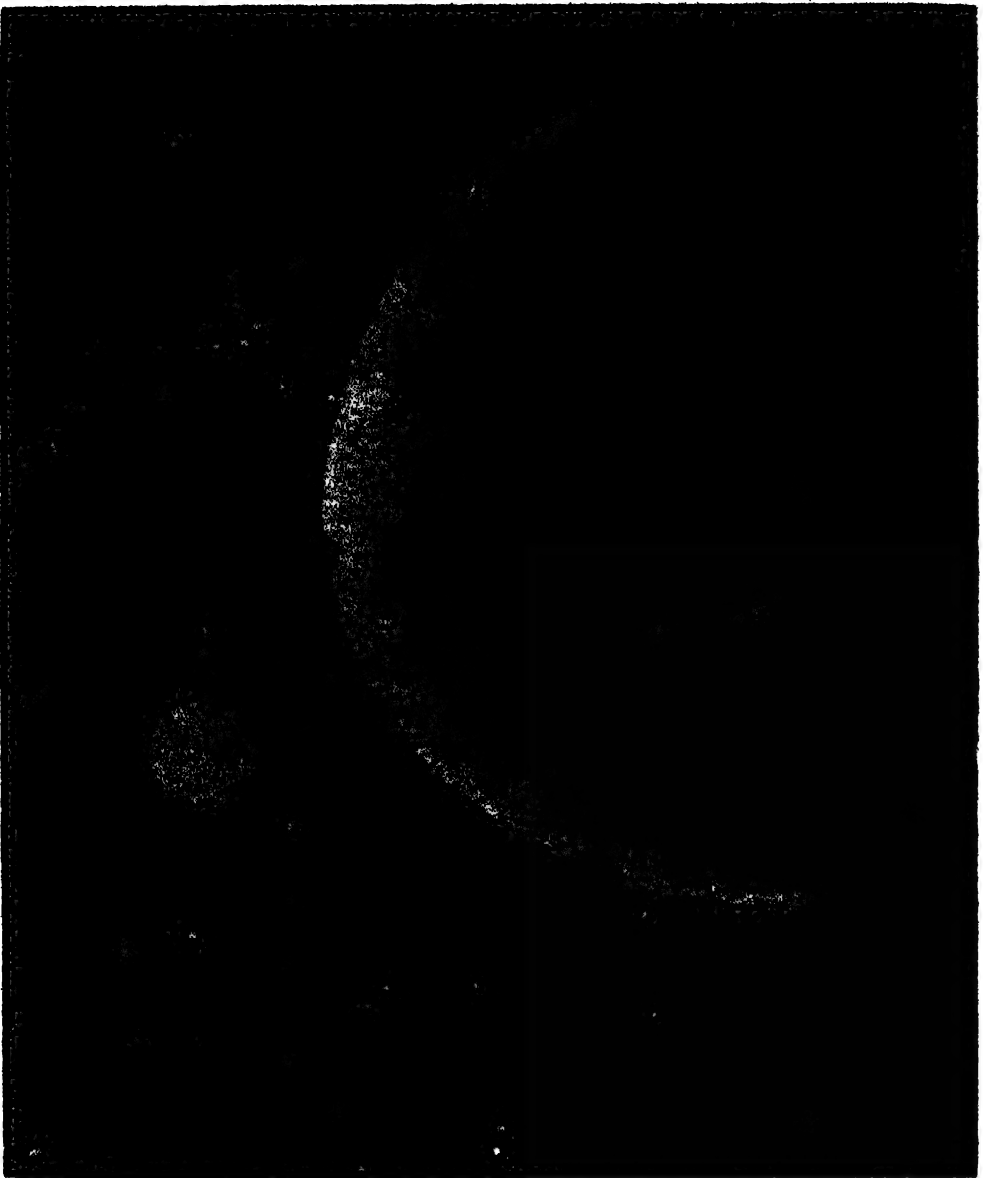
দপ্তর

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

নভেম্বর—1973

ষষ্ঠাবিশতিতম বর্ষ : একাদশ সংখ্যা





দৌরবগুলের বৃহত্তম গ্রহ বৃহস্পতির পৃষ্ঠদেশে যে লাল লগ্নি দেখা যায়, সে লগ্নি তথ্যটি সংগ্রহের জন্যে জোরিকা থেকে গত ২রা মার্চ (১৯৭২) নাসারোনিয়ার-১০ নামক স্পেসক্র্যাফ্টকে উৎক্ষেপণ করা হয়। এই স্পেসক্র্যাফ্ট থেকে প্রায় ২০টি রঙীন ফটোগ্রাফ পৃথিবীতে প্রেরিত হবে বলে আশা করা যায়। ডাছাড়া ভিসেবর মাসের (১৯৭৩) প্রথম দিকে স্পেসক্র্যাফ্টটি বৃহস্পতি গ্রহকে অতিক্রম করে যাবার সময় পৃথিবী থেকে এই গ্রহটির অল্প দূরত্বলোকেই অংশ অর্থাৎ উৎকালীন অবস্থার পরিমাপসহ বিবরণও সংগ্রহ করবে। ছবির ই-দিকের দাখ্য কৃত্যকার অংশটির দ্বারা সূর্যের অবস্থান নির্দেশ করা হয়েছে।



## পাখীর বাসা

সবুজ বাসা বাঁধে তার নিজস্ব সংস্কৃতি ও অর্থনীতির উপর ভিত্তি করে। কাগজের ছারী বাসা অর্থাৎ নিজের তৈরী বা বাপ-পিতামহের বাড়ী, কাগজের বস্তুরের ভিটা, কাগজের বা অস্থায়ী অর্থাৎ ডাড়া-করা বাসা। এর মধ্যে হোটেল, বোর্ডিং, বেস ইত্যাদিও পড়ে।

পাখীরা সবুজের মত অর্থনীতির ধার ধারে না। তারা বাসা বাঁধে জাতি বা প্রজাতিগত বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী। কারণ একই বংশের মধ্যে বিভিন্ন প্রজাতির পাখার বাসা বিভিন্ন রকমের। তাদের বাসার আয়তন, গঠন, উপাদান সবই আলাদা।

পাখার বাসা নিয়ে অনেক কাজ করা হয়েছে। প্রথমে নানা জাতীর পাখার বাসা সংগ্রহ করতে হবে। এর পর যাপ নিতে হবে সম্পূর্ণ বাসার অর্থাৎ লম্বা, চওড়া ও উচ্চতা এবং খোলকের লম্বা, চওড়া ও গভীরতার। সব বাসার আবার খোলকের যাপ মেওরা হবে না। তার প্রবেশপথ ও তিমগুহের যাপ নিতে হবে। বিতীর্ণতা জানতে হবে ওই বাসার উপাদান কি কি? তৃতীয়তঃ কমপক্ষে ঐ পাখীর বাসা আরও দু'টি সংগ্রহ করে দেখতে হবে, যাদের কোন হেরফের হয় কিনা এবং ফলে কেন হয়? কোন্‌ পাই থেকে ঐ বাসাটি সংগ্রহ করা হয়েছে? মাটি থেকে বাসাটি কত উচুতে ছিল? এই হলো জানবার এক দিক।

অপর দিকে শূন্য থেকে বাসা বানাতে ঐ পক্ষী-সম্পত্তি কতবার বড়সুটা ইত্যাদি সংগ্রহ করে আনিছে এবং সেই সময়ের ব্যবধান। দিনে করার এই কাজ হচ্ছে, তাও দেখতে হবে। তাতে জানতে পারবে বিশ্রাম এবং বাত সংগ্রহের সময়।

পাখীদের অনেক গোত্র বা বর্গ আছে। এই বর্গকে বা গোত্রকে ইংরেজীতে বলে অর্ডার। সবচেয়ে বড় গোত্র বা বর্গ হলো দণ্ডচরী—পাস্‌সেরিকফর্মের অর্থাৎ যারা পাঁছের ডালে পা আটকে থাকে। এই বর্গে অনেক বংশ অর্থাৎ ফ্যামিলি দেখা যায়। এই বর্গের দু-একটি পাখীর বাসার কথা বলছি। তাতে বুঝতে পারবে এই বংশের অন্তর্গত বিভিন্ন প্রজাতির বাসা বাঁধবার কারণ সম্পূর্ণ আলাদা।

যরা বাক, দণ্ডচরী বর্গের অন্তর্গত সারিক বংশের কথা। সারিক বংশের বৈজ্ঞানিক নাম—স্ট্রুগিদি। সারিক বংশ অর্থাৎ শালিক, যরনা ইত্যাদি প্রজাতির পাখী। এই বংশের অনেক পাখীকে আমরা প্রায়ই দেখতে পাই। তার মধ্যে তিনটি প্রজাতির কথা বলছি।

শালিক বা ডাইশালিক—যাকে চিনতে আমরা কখনই ভুল করি না, তার বৈজ্ঞানিক নাম—অ্যাকরোডোবেরেন ট্রিস্টিন, ইংরেজী—কমন হাইনা। একটু লক্ষ্য করলেই দেখতে



পাবে, তারা বাসা বাঁধে বাড়ীর আনাচে-কানাচে, আলসে বা কার্খিবের তলায়, বেয়াল বা কুরার ভিতরের গর্ভে অথবা গাছে। ছোট কোণ ও লতানো কোণ অথবা চিল, পাড়িকাক বা কাঠবিড়ালীর পরিভ্রমত বানিতেও এদের আশ্রয় নিতে দেখা যায়। পাড়াগারে অনেক বাড়ীর দেয়ালের ধারে মাটির তলায় ইঁদুর বা কলসী স্থলিতে দেওয়া হয়, যাতে শালিক এসে বাসা বাঁধতে পারে।

শালিকের বাসায় কোন হিহিহীক নেই। শুকনো ঘাস, খড়, কাঠি, পালক, বস্ত্র রুম্ম আবর্জনা—সরলা কাগজ, ছেঁড়া ভাকড়া, দড়ির টুকরা—এমন কি, সাপের খোলসের অংশও এদের বাসায় মধ্যে পাওয়া যায়। এদের প্রজননের সময় এপ্রিল থেকে আগস্ট মাস।

সারিক বাংলার অল্প এক প্রজাতি সামশালিক বা রামশালিক। বৈজ্ঞানিক নাম—*আকরোডোথেরেস জিনিজিনিরানান*, ইয়েরী—ব্যাঙ মাইনা। এরা শালিকের চেয়ে আকারে একটু ছোট। খাওয়া-দাওয়া স্বভাব প্রায় ভাটশালিকের মত। সময় সময় একসঙ্গে চরতে দেখা যায়। চাষের ক্ষেত বা মাঠের ধারে বাজারের মলো-আবর্জনা বা গরু-মহিষ চরবার জায়গায় দেখা গেলেও নদীর তীর-পাঁড়, দিঘির ধার কিংবা পুরনো ইটের পাঁজার মধ্যে নষ্ট মজা মলের কিনারায়, অর্থাৎ তলের ধারে এদের দেখা যায় বেশী।

শালিক অপেক্ষা এদের সামাজিক জীবন আরও নিবিড়। কেবল চরবার সময়েই একসঙ্গে হয় না, বাসাও বাঁধে দলবদ্ধ হয়ে। চেনবার সুবিধার জন্যে এদের স্বভাবের একটু পরিচয় দেওয়া হলো।

গাং বা রামশালিক নদীর উঁচু পাড়ে বা বাঁধের খাড়া দিকে গর্ত করে বাসা বাঁধে। কয়েক দল আবার পরিভ্রমত কুরার ভিতর বা ইটের পাঁজার মধ্যে শূন্য করে বাসা করে। শূন্যের শেষে ভিন ইঁদুরি ব্যালের ডিম পাড়বার স্থান। শূন্যটি সাত-আট ফুট পর্যন্ত লম্বা হয় এবং গলিখুঁজি থাকে, যাতে সবাই লবার সঙ্গে বোণাবোণ হাথতে কোন অসুবিধা বোধ না করে। সীতিমত কলোনির ব্যাপার। এদের প্রজননের সময় মে থেকে আগস্ট।

তোমরা সামশালিক কম দেখে থাকলেও গো-শালিক প্রচুর দেখেই নিশ্চয়ই। ওই যে সাধা-কালো শালিক। ওদের দেখা যায় ভাটশালিকের মত ক্ষেতের ধারে মাঠে-মাঠে দলবদ্ধে ঘুরতে। চারদিকের আবহাওয়া একটু মন্দ দেখলেই উড়ে গিয়ে বলে গাছের ডালে। ভাটশালিকের সঙ্গে তফাৎ কেবল—এরা বাড়ীর ভিতরে ঢোকে না, জানালার ফল না। ময়ূরের বসতির কাছে বাস করলেও এরা একটু বোলা জায়গা পছন্দ করে।

এরা দলবদ্ধে বাসা বাঁধে মাঠের মধ্যে দাড়িরে থাকা আট থেকে দ্বিগুণ ফুট উঁচু আঁক-আঁক বা ঐ ধরণের গাছের উপর। এদের দল ছোট-বড় হুই-ই হয়। সাধারণতঃ আট থেকে চুপুটা এক-একটা দলে থাকে। আবার কখনো কোড়ার কোড়ার চরতে দেখা যায়।



কেন্দ্রীয় পানবীজের বাগার কোন বিদ্যমান নেই, খোলাকার, উপকরণ—বড়, বাস, কাটি, শিকড়, হেঁড়া ভাকড়া ইত্যাদি। সবচেয়ে অল্পত বেটা—সেটা হলে বাবে বাবে ওদের বাগার দেখা যায় হেঁড়া ভাকড়ার কানি ফুলতে। এই হেঁড়া ভাকড়ার কানিটা যে কোন খোলাকার, তা কেউ জানে না। এটাই এদের বাগার বৈচিত্র্য।

বাগার ঠিক মাঝে তিন পাড়বার জরগাটার পালক বা সরষ বাগারের আভরণ দেয়। পাছের ফাঁকর বা ফেরালের গর্তে বাসা বাঁধে কটিং।

মাসিক কখনের আর একটি প্রকারের কথা বলছি। এদেরও জোবরা—দেখতে পুরু নিমূল ও রক্তমাংসের কুল কুটলে সেই কুলের উপর কলে কলে মধু খেতে আসে। এরা আকারে ছোট। লম্বা প্রায় সাড়ে সাত ইঞ্চি। দেহের উপরের পালক রক্তাঙ্গি মূল, ওলার সমস্ত পালক লালচে।

এদের নাম দেশী পাওরে। বৈজ্ঞানিক নাম—ইরানাস মালাবারিকাস, ইংরেজী—গ্রে-হেডেড হাইনা।

দেশী পাওরে অত্যন্ত শালিক গোষ্ঠির মত বাহুরের কাছাকাছি একদম আসে না। এরা একটু লাজুক প্রকৃতির, পাছের মগডালে থাকতে ভালবাসে, সেই ভেত্রে সহজে দৃষ্টিগোচর পড়ে না। রক্তমাংস ও নিমূলের কুল যখন কোটে, তখন এক পাছের মাথা থেকে আর এক পাছের মাথার জোড়ার জোড়ার বা ছোট কলে পরস্পরকে ভাঙা করে বেড়ায়। বাগার সময় একটু হেঁচ-চৈ বা কিচির-মিচির না করে থাকতে পারে না। এমনিতে কাচ্ কাচ্ করে, কিন্তু মিটি ফুরেলা গলা আছে। সে কারণে অনেক সৌখীন লোককে এই পানী পুষতে দেখা যায়। কীভাবে করে যে পাখা ওরালারা কলকাতার রাস্তার পাখা কিরি করে, তাদের বাঁচাতেও হু-একটি পাওরে প্রায়ই দেখা যায়।

কুড়ি থেকে পঞ্চাশ কুটের মধ্যে বড় পাছের কোকরে এদের বাসা। চারদিকে গাছ, মাঝখানে কীকা জরগার একটি কি দুটি বড় গাছ। এই ধরনের বড় গাছে বাসা বাঁধতে এরা ভালবাসে। এমনিতে গাছে কোত্তর হয়েচে বা পরিত্যক্ত বস্তু ফেরির গর্তে এরা বাসা বাঁধে। কখনও দেখা যায় পুরনো বা মরা পাছের গায়ে কোন কারণে একটু ছোট গর্ত হয়েচে, সেটাকে হুকুরে বাড়িয়ে তার মধ্যে বাসা করে। বাগার আভরণ বাস ও সবুজ সরষ পাখা। বাসা বাগার জী-পুরুষ হু-কনে মিলে, তা দিয়ে তিন কোটার শুধু জী পানী। অজ্ঞানের সময় মার্ট থেকে জুন।

বাগার পানীদের মধ্যে শুধু নয়, ভারতের মধ্যে খেঁচ বাসা-নির্মাতা পানীর কথা বলে আজ শেষ করবো। এই পানীর বাসা চাকুর মেবেছিলার। ১৯৩১ সালের কেকরাঙ্গী-মার্চ হবে। বঙ্গী লাইনের গোবরাভাগার পরেই টাঙ্গাড়া জলেছি মোটরে হকং ব্যাটের কুতপূর্ব ম্যানিকার বুদ্ধো ভবু-ভবু-ভবু ভবুদের বাড়ীতে। ব্যাট থেকে অবসর নিয়ে তিনি আজিলুকের চিকিৎসাবাগার পানীর বাস নিপাড়ের তিন ইত্যাদি



চালান দিভেন—সেই সঙ্গে কিছু লতাপাখীও। প্রতি দিন প্রায় হু-দু-দু শিশুর ভিন চালান বেড়ো। বুড়ো ডক্তৃ নাহেব আদ্যদের ভালবাসিতেন। আমরা সেভার পাখীর বোজে। উনি কিছু কিছু পাখী আদ্যদের উপহার দিতেন।

যাক—চলেছি তো চাঁদপাড়ার পথে। আইকে গেছি হাবড়ার সোতল ক্রসিং-এ। ট্রেন বাবে তাই বন্ধ। ক্রসিং-এর পাশেই একটা ভালগাহ। তার উপর থেকে বুলছে অল্প ধরনের কয়েকটি পাখীর বাসা। পাখীর বাসা বললে আদ্যদের মনে যে ছবি তেনে উঠে—তা একদমই নয়। লীলুভূমের বাসী, সুবক্তা বা বকবাহের লম্বা বলটা নীচের দিকে খুব করে ঘের টাঙ্গানো আছে। অথচ হয়ে দেখছি। বাসাগুলি শুকনো বাসভাড়ীর উদ্ভিদের টানা-গেড়েন দিগে কি অল্প সুন্দরভাবে বোনা। গোটা দশেক ভালগাহটার ভাল থেকে বুলছে।

হঠাৎ দেখি হলুদ আর পাটকিলে রঙের একটা চকুইয়ের মত পাখী কোথা থেকে উড়ে এসে লম্বা বুলন্ত মোটা বলটার মুখের ভিতর দিগে সটান ঢুকে গেল। লম্বা করলায়, বাসার প্রবেশপথ বা মলের মুখে বলে পরে সুবিধামত ঢুকলো না। আর পাখী-গুলিও ওইভাবে সটান ঢুকে গেল। বুঝলাম এটা ওদের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য।

পাখীটা দস্তকারী বর্ণের অন্তর্গত চকুহুটী বংশের। মসিইনি চকুহুটী নামেই উপবংশের সুগৃহণ বা মসিউস জিনাসের এক প্রজাতি। বৈজ্ঞানিক নাম—মসিউস কিলিমিনাস, বাংলায়—বাবুই বা ভালবাবুই—ইংরেজীতে বলে কমন উইডার-বার্ড, বার্না। এই চকুহুটী বংশে বাবুই যেমন একটা প্রজাতি, তেমনি চকুই, মুনিয়ারা অপর সব প্রজাতি। কিন্তু বাসা বানাতে এমন ওভার পাখী তারতে আর নেই।

তোমাদের বৈধ্ব্যুতি না ঘটিলে অল্প কথার ওদের বাসা বানানো আমরা যেভাবে পর্ব-বেষণ করেছি, তা তোমাদের বলছি। বাবুইয়ের প্রজননকাল এপ্রিলের শেষার্ধ্বে থেকে অক্টোবর। বাসার উপকরণ তারতের এক-এক অকলে এক-এক রকম। বাসের শিব, ধান, খেজুর, ভাল, নারকেল, সুপারী, আখ, বাবরা, ভুট্টা ও বলা পাতার সুন্দর সুন্দর কালি হলো মোটামুটি উপাদান। কলকাতা ও মিকটবর্তী চকিবন পরগণার কাছে দেখেছি, নারকেল গাছের লম্বা পাতা পা দিগে চেপে মোটা চকু—বার পড়ন পাতা কালি করবার উপযুক্ত, তাই দিগে সরু পাতা কালি করে প্রাথমিক বুলন্ত হাঁচ বা কর্মা বানায়। তারপর মাথার দিক এবং সর্বশেষে প্রবেশদ্বার বোনে সরু পাতা কালি করে। ভিন্ন পাতাবার বন্ধ বোনে সরু ধান ও ধানের পাতা দিগে। সবকিছু কাঁচা অবস্থায় বোনে। কারণ নরম পাতা দিগে বোধবার সুবিধা। অনেক সময় দেখা যায় পুরনো বাসা রিপু করেছে কাঁচাপাতা দিগে। শুকনো আর সবুজ পাতার মতুন বোনা বেশ করা যায়।

বাসা বানাবার সময় পুরুষ পাখী দিনে বাঁচ-ডেরো বকী বাটে। মাঝে মাঝে বিজ্ঞান শ্রম অবশ্য। তাও কোন সময় আর বকী বকী নয়। সে সময়টা বাঁচ সংগ্রহ,



পালক খুঁটে এসাধনে, নিহক বিজ্ঞান বা কোন জী পাখার শিহনে পূর্বরাশে যায় করে। পাঁচ-ছয় দিনে বোটাবুটি বাসা তৈরী শেষ করে। কোন জী পাখী সেই বাসা পছন্দ করে নাকী নির্বাচন করলে তখন বাকী কার্য শেষ হয়। কিন্তু জী পাখী না এলে সে বসে থাকে না। প্রথম বাসার কাছেই গে আর একটি বাসা বুনতে শুরু করে।

জী-সাবুইক সময় হয়ে এলে পৌঁছার পুরুষ পাখীদের আভ্যনায়। পুরুষ-পাখীদের মধ্যে পরস্পরে মারামারি ও প্রতিদ্বন্দ্বিতা। সেগে যায়—কে তাকে আকৃষ্ট করতে পারে বেশী। দেখাতে থাকে হরেক রকমের ওড়বার কার্য। সারাকাসে ঝাঁপিত খেয়ালে মত্ত বাসা। আঁকড়ে ধরে থাকে, বাহকু কোলা বুলতে থাকে। দেখা যায় বাসাটাকে পারে আঁকড়ে ধরে তানা বাপটে শূন্যে তুলে জী পাখীর কাছে নিয়ে আসবার চেষ্টা করছে; অর্থাৎ বলতে চায়, কেমন বানিয়েছি একবারটি দেখ। পছন্দ হয় কি? যখন বোঝে জী পাখীটি তার কেরামতিতে আকৃষ্ট হয়েছে, তখন নানাবিধ আনন্দধ্বনির সঙ্গে অভ্যর্থনা করে নিয়ে আসে তার বাসার।

পুরুষের উল্লসিত কলরবের আমন্ত্রণে জী পাখীটি মোটেই বিচলিত হয় না। অত্যন্ত ধীর-স্থিরভাবে বাসার কোণে এলে বসে। চকু দিয়ে টেনে বা হিঁড়ে পরখ করে দেখে পরবর্তী জীবনে তার এই বাসা চলবে কিনা। তাই পরীক্ষার সময় আশা-নিরাশার মধ্যে পুরুষ পাখীটি চূপ করে দেখে। অল্প কোন পুরুষ এই সময় বাসার কাছে এলে ঘেয়ে ডাড়াই।

প্রায়ই দেখা যায় জী পাখাটির বাসা পছন্দ নয়। তারপর অল্প অপেক্ষানাম পুরুষ পাখীর কাছে যায়। আবার পরীক্ষা করে। এমনভাবে সেই কলোনির সমস্ত বাসাই পছন্দ করে দেখে কোন্টা ভাল। তারপর উড়ে চলে যায় কোন দায় না দিয়ে।

জী পাখীটি একটি লাইনও বুনতে পারে না, কিন্তু কোন্ বাসা সবচেয়ে ভাল বোনা, সে বিষয়ে তার বিচার-জ্ঞান খুব পরিষ্কার। সেদিনই কিংবা তার পরের দিন কিরে আসে তার পছন্দমত বাসার। বাকী বোনবার কাজটুকু শেষ করে পুরুষ পাখীটি।

আবার একটি খুব ভাল বোনা বাসার ভেত্রে দুটি জী পাখীর মধ্যে প্রতিদ্বন্দ্বিতা বা মারামারি হতে দেখা যায়। তাদের বাসা তৈরী ভাল হয় না, তারা সে বছর নিঃসঙ্গ ভাবেই কাল কাটায়।

অল্প দিনে পেরালার আকারের ডিম পাড়বার ঘরটা সম্পূর্ণ হয়। জী পাখীটি সংগ্রহ করে আনে নরম পালক ও ত্বলা। তাই নিয়ে বাসার ভিতরটা নরম করে বিছায়। পুরুষ পাখী ডিম-ঝরের প্রবেশদ্বার বন্ধ করে। জী পাখী দুই থেকে চারটি লাল ডিম পাড়ে।



## পারদশিতার পরীক্ষা

বিজ্ঞানে বিভিন্ন বিষয়ে 20টি প্রশ্ন নীচে দেওয়া হলো। প্রতিটি প্রশ্নের সঙ্গে ডিমটি করে উত্তর দেওয়া আছে—কোনটি সঠিক বলতে হবে। উত্তর দেবার ক্ষেত্রে মোট সময় 5 মিনিট। এই সময়ের মধ্যে তোমার কতগুলি উত্তর ঠিক হবে, সেই হিসাবে বিজ্ঞানে তোমার পারদশিতা সম্পর্কে একটা ধারণা করতে পারবে।

1. এক সেন্টিমিটার দৈর্ঘ্যের মধ্যে মোটামুটিভাবে কতগুলি পরমাণুকে পাশাপাশি রাখা যাবে?—10 হাজার, 10 লক্ষ, 10 কোটি।

2. প্রোটন ইলেকট্রনের চেয়ে প্রায় কত গুণ ভারী?—200, 2000, 20000।

3. পৃথিবীর গ্যাসাধিকৃত কিলোমিটার?—4000, 4600, 6400।

4. পৃথিবী থেকে চাঁদের দূরত্ব কত মাইল?—2 লক্ষ 40 হাজার, 3 লক্ষ 80 হাজার, 4 লক্ষ 20 হাজার।

5. চাঁদের চারপাশে অনেক সময় যে উজ্জ্বল বলর দেখা যায়—বাকি চাঁদের হাট বা চতুর্থাংশ বল—তার উৎপত্তির মূলে কি রয়েছে?—আলোর প্রতিফলন, আলোর প্রতিসরণ, আলোর ব্যতিচার।

6. মজল গ্রহের কয়টি উপগ্রহ?—2, 4, 6।

7. বরফ গলে জল হলে আয়তন কি হয়?—বেড়ে যায়, একই থাকে, কমে যায়।

8. টার্টের ব্যাটারী কোন্ বৈদ্যুতিক কোষের পরিবর্তিত রূপ?—ড্যানীয়েল কোষ, ভ্যানিয়ার কোষ, লেকল্যান্ড কোষ।

9. কোন্ মাধ্যমটিতে শব্দের বেগ সবচেয়ে বেশী?—বায়ু, জল, লোহা।

10. বায়ুর শতকরা প্রায় কত ভাগ নাইট্রোজেন?—20, 40, 80।

11. চুম্বকের রাসায়নিক নাম কি?—ক্যালসিয়াম, ক্যালসিয়াম অক্সাইড, ক্যালসিয়াম কার্বনেট।

12. আয়োনাইজার জলীয় দ্রবণের সঙ্গে কোন্টি মিশালে লাল স্মার্টিক রং (ভ্যানিলিন কালার) তৈরী হয়?—লিইবান, কেমলক্যালিন, মিথাইল অরেঞ্জ।

13. হাইড্রোজেনের আইসোটোপ কয়টি?—1, 2, 3।

14. ১-এর কোন্ মানটি অপেক্ষাকৃত সঠিক?—8. 1413, 3. 1416, 3. 1419।

15. কোন্টিতে প্রোটিন সবচেয়ে বেশী আছে?—মসুর ডাল, মুগের ডাল, কুমড়া।

16. কোন্ উদ্ভিদ বায়ুর নাইট্রোজেনকে সরাসরি নিজের কাজে লাগায়?—ধান গাছ, তুটী গাছ, মটর গাছ।



17. উদ্ভিদ রাজ্যকে কোন্ পানসি তার করে? অগ্নিভেন, হাইড্রোজেন, কার্বন ডাই-অক্সাইড।

18. কার্বন আছে তো ফুল কোটে না; তাহলে এর ব্যবহার হয় কি থেকে? ফুল, ফল, পাতা।

19. সাপুড়ে বধন বীনি থাকিরে সাপের খেলা দেখার, তখন সাপ কেন মাথা খোলাতে থাকে?—সাপুড়ের বীনির শব্দ শুনে, সাপুড়ের দেহতন্ত্রী দেখে, মাথা খোলানো সাপের স্বভাব বলে।

20. মাহুয়ের জ্বলিও বুকের মধ্যে কোন্ জায়গায় থাকে? কিছুটা বা দিকে, কিছুটা ডান দিকে, ঠিক মাঝখানে।

( উত্তরের জন্মে 690নং পৃষ্ঠা দেখ )

জ্ঞানানন্দ দাসগুপ্ত ও জরত বসু\*

---

\* সাং ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার কিমিস্ট্রি, কলিকাতা-9

## আমাজন নদী ও তার আবিষ্কারের কাহিনী

আমাজন নদী পৃথিবীর মধ্যে যোথ হয় সবচেয়ে দীর্ঘ ও তরঙ্গ—তবুও মাহু তার উৎসের সন্ধান পেছে—আমাজনকে আবিষ্কারের মেশার, তাকে জানবার জন্মে। এর বলে সংগৃহীত হয়েছে নানান তথ্য। তাই আমাজন আজ আর অজানা নাম নয়।

আমাজন পৃথিবীর দীর্ঘতম নদী নয়, তবে প্রশস্ততম ও পতীরতম। দক্ষিণ আমেরিকার সর্ববৃহৎ এই নদীর বিশাল, বৈচিত্র্য, সৌন্দর্য একে পৃথিবীর বিষর করে ফুলেছে। এই নদীকে নামা জনে বিভিন্ন ভাষা দিয়েছেন—'Prince, King, Monarch—among rivers'—সেগুলির মধ্যে অন্যতম। কেউ কেউ আবার এই নদীকে 'Mediterranean of South America' বলেও অভিহিত করেছেন। দক্ষিণ আমেরিকার পশ্চিম উপকূলে পেরুর লিমা থেকে 60 মাইল দূরে আভিহ পর্বতমালা থেকে উৎসর হয়ে পূর্বে কিছু রেবার ঠিক দক্ষিণ আটলান্টিক মহাসাগরের সঙ্গে মিশেছে। এর পতিপথে অসংখ্য উপনদী, শাখানদী আমাজনকে আরো বিশাল ও বৈচিত্র্যময় করেছে। এই নদীর জলোচ্ছ্বাসের বিপুলতা দেখে একে সাগর বলে মনে হতে পারে। বস্তুত: আমাজন নদীর পটভূমি আবিষ্কারক এই নদী দেখে বিষয়ে বলেছিলেন "O Rio Mar"—সংখ্য সাগর-নদী।



উৎসস্থলে এই নদীর নাম Marañon। অ্যাভিকারের বনকবর্তিত হুকা থেকে উৎস হতে সমস্তল স্থিতিতে পড়ে 1000 মাইলেরও বেশী দক্ষিণ থেকে উত্তরে অবস্থিত হয়ে পূর্ব দিক দিগে Uçayali নদীর সঙ্গে মিলেছে। এই মিলিত প্রবাহ অ্যামাজন নাম ধারণ করে 2,800 মাইল দক্ষিণ আমেরিকার প্রাচ্যতম স্থান বরাবর পশ্চিম থেকে পূর্বে অবস্থিত হয়ে অ্যাটলান্টিক মহাসাগরে পড়েছে। এই নদীর মোট দৈর্ঘ্য 4,000 মাইল। নীল নদের চেয়ে দৈর্ঘ্যে এটি ছোট। কিন্তু এই নদীর জলধারা নীলের চেয়ে 60 গুণেরও অধিক। এক শতেরও বেশী উপনদী ও শাখানদী এই নদীর সঙ্গে মিলিত হয়েছে। তিনটি উপনদী Jarui, Purus, Medeira—দৈর্ঘ্যে 2000 মাইলেরও বেশী; অর্থাৎ এরাই এক-একটা বড় বড় নদীর সমান। দশটিরও বেশী উপনদী ও শাখানদীর দৈর্ঘ্য 1000 মাইলেরও বেশী। এই নদীর জলধারা 'মিক-চকোলেট' রঙের হলেও বাবার উপযুক্ত। অ্যামাজন নদী থেকে এক গ্রাস জল তুলে পরীক্ষা করলে দেখা যাবে যে, গ্রাসের তলায় কোনরূপ তলানী পড়ছে না। অ্যামাজনে স্রোত খুব বেশী। গড়পড়তা স্রোত ঘণ্টার 2½ মাইলের উপর। এই নদীর প্রস্থতা 2-3 মাইলের সমান। কোন কোন স্থানে 8-10 মাইল, অ্যাটলান্টিকের মুখে 180 মাইল। গভীরতা স্থানবিশেষে 120 ফুট থেকে 200 ফুটের উপর। অ্যামাজনের শাখা ও উপনদী মিলিয়ে 14,000 মাইলেরও বেশী জল-পরিবহনযোগ্য।

অ্যামাজন নদীর আবিষ্কারের পৌরব অর্জন করেছিলেন যে পতঙ্গীজ যুবক, নাম তাঁর Francisco de-Orellana। তিনি যেহাওয়ার নর, যেন অনেকটা বাধ্য হয়েই এই নদী আবিষ্কারের কৃতিত্ব অর্জন করেন। 1539 সালের কথা, ঠেক তখন স্পেনের Alonzo Pizavro-র দখলে। সেই বছরের শেষের দিকে হঠাৎ তিনি তাঁর ভাই Gonzalo-কে প্রায় সাড়ে তিন-ব' স্প্যানিশ সৈন্য ও এক হাজার 'ইন্ডিয়ান' সঙ্গে নিয়ে Quito-র পূর্বে অবস্থিত পতীর বন আবিষ্কারের উদ্দেশ্যে পাঠালেন। তাঁদের ধারণা ছিল—সেখানে দারুচিলিযুক্ত সম্পদ লুণ্ঠিত আছে। এই হুর্দয় যাত্রাপথে ক্রমে তাঁরা Coca নদীর বাবে এসে পড়লেন এবং কিছু দিনের মধ্যে সেখানেই বসতি গাড়লেন। কেউ কেউ আবার Coca নদী ধরে এভাবে থাকলেন। এই সময় তাঁরা পথে কয়েক জন অপরিচিত ইন্ডিয়ানের কাছ থেকে জানতে পারলেন, অদূরে অবস্থিত এক ধনী দেশের কথা। Gonzalo তখন তাঁর সৈন্যদলের মধ্য থেকে Orellana-কে হলনেতা করে গোটা পঞ্চাশের সৈন্য নিয়ে সেই দেশে বাবার আক্রমণ দিলেন। বিন জিনেফের মধ্যে Orellana-র দলবল Coca নদীর মুখে এসে পড়ে পূর্বকল্পবাহিত কোন কিছুই সন্ধান পেলেন না। Orellana তখন সিদ্ধা করে ফেরতলেন যে, যদি তিনি এই সম্রাট Gonzalo-র কাছে বহন করে নিয়ে যান, তবে Coca নদীর স্রোতের বিপরীতে বয়ে যেতে বহু দিন তো লাগবেই, তাহাড়া Gonzalo-ও



এই ধরনের বিশেষ কুখ্যাত হবেন না। যেখানে এসে পৌঁছেছেন, সেখানে অপেক্ষা করা নিরর্থক চিন্তা করে তিনি তার সাথীদের কাউকে কিছু না বলে তাঁর যাত্রা অব্যাহত রাখবেন চিন্তা করলেন। বাজাপথে জন্মে Coca নদী ছাড়িয়ে Napo নদী ধরে অবশেষে আমাজনে পড়লেন। ক্রমাগত সাত মাসের উপর আমাজন ঘরে সর্বশেষে তারা আটলান্টিকে ডিকলেন। এই দুর্ভাগ্যবান যাত্রাপথে তাদের কষ্ট ও বিপদের অভাব ছিল না। কোন কোন সময়—কুখ্যাত ডাক্তার তাঁদের ঘেষ্ট ও কুখ্যাত চাকড়া লিঙ্ক করে খেয়ে দিন কাটাতে হয়েছিল। আমাজনের কূলে যে সব ইতিহাস বাস করে, কখনো কখনো তারা দলে দলে Orellana-দের স্প্যানিশ সৈন্যের উপর আক্রমণ চালিয়েছে। কোন কোন ইতিহাস বলতে অবশ্য আভিবেদতা ও খাবার জুটেছে এবং নতুন করে শক্ত নৌকা বানাবার সুযোগ হয়েছে। ইতিহাস সাক্ষ্য দেয়—১৫১১ সালের ২৬শে অগাস্ট তাঁরা আটলান্টিকের নীল জলে পড়েছিলেন। কোনক্রমে ত্রিনিদাদ পৌঁছে অবশেষে কুবাগুয়াতে (Cubagua) এলেন। স্পেনের রাজার কাছ থেকে তাঁর আবিষ্কারের স্বীকৃতিপত্র পেলেন। ফেরবার পথে তাঁর মৃত্যু হয় এবং সাথীরাও কে কোথায় ছড়িয়ে পড়ে, তার হদিশ মেলে না।

এই তো গেল আমাজন নদীর আবিষ্কারের কথা। এই নদীর নাম কেন আমাজন হলো—সেই প্রশ্নেও নানা কাহিনী প্রচলিত আছে। আমাজনের কূলে বসবাসকারী ইতিহাস নদীকে 'Parana' বলতো। 'Parana' অর্থাৎ সাগর। ১৫০০ সালের দশ মাসে Pincon নামে জনৈক ব্যক্তি প্রথম আমাজন দর্শন করেন বলে দাবী করেন। তাঁর সেই দাবী 'Capitulation of Pincon' নামক গ্রন্থে উল্লেখিত আছে (তিনি এই নদী অতিক্রম করেন নি বলে আমাজন আবিষ্কারের গৌরব পান নি)। তিনি এই নদীর নাম দেন 'Santa Maria de la Mar Dulce' অর্থাৎ সেন্ট মেরি অফ স্মেল ওয়াটার সি। তার পর বহু দিন পর্যন্ত এই নদীর নাম উৎস-স্রবের নামানুযায়ী Marañon বলেই অভিহিত হতো। অবশেষে আমাজন নদীর আবিষ্কারক Orellana-র সমসাময়িক Friar Carvajel নামে জনৈক কাহিনীকার এই নদীর নাম দেন Amazon; অর্থাৎ পুরুষালী গুবিলিষ্ট ঘেরা বোড়া। কথাটা এসেছে গ্রীক ভাষা থেকে। গ্রীক পুরাণের বহু ভায়গার Amazon অর্থাৎ ঘেরা বোড়ার উল্লেখ আছে। প্রবাদ আছে, এই কাহিনীকার Friar Carvajelও নাকি এই আমাজন নদীর কূলে ঐ রূপ ঘেরা বোড়া দেখেছিলেন এবং তাই তার আক্রান্ত হয়েছিলেন। তাই তিনি এই নদীর নাম দেন আমাজন (Amazon)। কবিতা আছে আমাজন নদীর কূলে বহু দিন পর্যন্ত এই ঘেরা বোড়া উপভাষিতরা বাস করতো। তারা নাকি পুরুষ বিবেচী ছিল। প্রথমে পুরুষদের রূপে আকৃষ্ট করে পরে আশ্রয়িতাদের জলে ডুবিয়ে মারতো। বর্তমানে এদের কোন সন্ধান তো পাওয়াই যায় না বরং অনেকেরই এর সত্যতা



অধীকার করেন। বাহোক, এই নদীর মাঝ সেই খেকেই আবাদন চলি আসছে।

আবাদন নদীর অববাহিকার যে বিশাল উপত্যকা, তাকে আবাদন অঞ্চল আখ্যা দেওয়া হয়। এই অঞ্চল পৃথিবীর খেঁচ কমসম্পদে ভরপুর। চিকু, মেহগিনি, গোলান কাঠ, মাঝার প্রকৃতি ফুলাবান গাছ ব্যতীত আরও কত রকমের গাছপালা, লতাগাছ ও পশুপাখীর সন্ধান যে সেখানে পাওয়া যায়, তা আরও কেউ সঠিকভাবে নির্ণয় করতে পারেন নি। আবাদন অঞ্চলে যে আবিষ্কৃত ইতিহাসের বাস করে, তারা এখনও মানুষের লজ্জার বাইরে রয়ে গেছে। আবাদনের চূর্ণ অঞ্চল এখনও বিশ্ব ও অজানার অন্ধকারে লুপ্ত। বস্তুতঃ আবাদন হয়তো এই পৃথিবীর শেষ অনাবিষ্কৃত অঞ্চল।

বেবিকা বসু

## উত্তর

( পারদর্শিতার পরীক্ষা )

1. 10 কোটি
2. 2000
3. 6400
4. 2 লক্ষ 40 হাজার
5. আলোর প্রতিসরণ

[ বায়ুওলের সূত্র অনুযায়ী আলোর প্রতিসরণ হবে উল্লম্ব বলয়টির দৃষ্টি করে। ]

6. 2

[ উপগ্রহ দুটির নাম : কোবল ও ভাইরাস। ]

7. কমে যায়

8. লেক্স্যাল কোড

9. লোহা

[ বায়ু, জল ও মোহর মধ্যে যেকোনো একটি মোটামুটিভাবে প্রতি সেকেন্ডে প্রায় 335 মিটার, 1450 মিটার ও 5130 মিটার। ]

10. 80

11. ক্যালকিউলাস অফাইড

12. কেরলুথ্যালিন



13. 2

[ সাইলোটাংশ দুটির নাম : ভ্যটেরিয়াস ও টাইটানাস । ]

14. 3. 1416

15. সত্যকিন

16. মটর গাছ

17. কার্বন ডাই-অক্সাইড

18. পাঁতা

19. সাপুড়ের দেহভঙ্গী দেখে

[ যদিও অনেক সময় বলা হয় যে, সাপুড়ের ধানির পথে বৃষ্টি হয়ে সাপ বাবা বোলায়, কিন্তু আসলে সাপের কান নেই, সাপ ভুলতে পার না । ]

20. কিছুটা বা দিকে

## প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1 : বাবু-চেয়ার বা বুদ্ধ-কক কি নীতিতে কাজ করে ?

সুখীল দত্ত, শ্যামল দত্ত, আরতি দত্ত, হাওড়া।

উত্তর 1. মৌলিক কণাগুলির স্বরূপ জানবার ব্যাপারে মেঘ-কক, গাইগার কাউন্টার, কটোগ্রাফিক অবয়ব পদ্ধতি ইত্যাদির সাহায্য নেওয়া হয়। এই সমস্ত ব্যবস্থায় অপেক্ষাকৃত কম শক্তিসম্পন্ন মৌলিক কণার বৈশিষ্ট্যই জানা সম্ভব। কিন্তু উচ্চশক্তি-সম্পন্ন তড়িৎ-কণার ক্ষেত্রে এই সকল ব্যবস্থা কার্যকরী করার ব্যাপারে অসমর্থ বাধার সম্মুখীন হতে হয়—যেগুলি সমাধানের অযোগ্য।

মহাজাগতিক রশ্মি থেকে প্রাপ্ত বিভিন্ন কণিকাগুলির শক্তি প্রচণ্ড। তাহাড়া বর্তমানে কণাচরায়ক বস্তু থেকেও প্রচণ্ড শক্তিশালী মৌলিক কণা সৃষ্টি করা সম্ভব হয়েছে। এই সব কণিকার পতিপথ মেঘ-ককে অত্যন্ত কম হয় এবং এদের সংখ্যাও খুব কম। মেঘ-ককে গ্যাসের ঘনত্ব অত্যন্ত কম হওয়ার পর্যবেক্ষণযোগ্য অথেষ্ট ঘটনা এতে ঘটে না। কাজে কাজেই বেশী ঘনত্বসম্পন্ন পর্যবেক্ষণ কক্ষের প্রয়োজন দেখা দেয়। এই প্রয়োজনের বশবর্তী হয়েই ডোনাট আর্থার স্লেয়ার বুদ্ধ-কক আবিষ্কার করেন, যা বর্তমানে খুবই সাক্ষ্যের সঙ্গে ব্যবহৃত হচ্ছে।

কোন ভরলের উপরিভাগের চাপ বাড়ালে স্ফুটনাত বাড়বে। অত্যন্ত উচ্চচাপে এবং উচ্চতাপে কোন ভরল পদার্থের উপরের চাপ যদি হঠাৎ কমিয়ে দেওয়া যায়,



তাহলে তার ফুটনাক্ষর বতাবতঃই অনেক কমে যায় এবং তরলের তৎকালীন তাপমাত্রা ফুটনাক্ষর চেয়ে অনেক বেশী হওয়ার ফলে তরলের মধ্যে বতঃই ফুটন আরম্ভ হয়। এই অবস্থাকে বলা হয় তরলের অতি উত্তপ্ত অবস্থা। দেখা গেছে, অতি-উত্তপ্ত অবস্থার তরল পদার্থের ফুটন সঙ্গে সঙ্গে আরম্ভ হয় না। ফুটন আরম্ভ হতে একটু সময় লাগে। ঐ সময়ের মধ্যে অতি উত্তপ্ত তরলে কোন উচ্চগতিসম্পন্ন মৌলিক কণা পাঠানো হলে ঐ কণা মাধ্যমের সঙ্গে সংঘাতে আরম্ভের সৃষ্টি করবে, যার ফলে তরল পদার্থটিতে মৌলিক কণার গতিপথ বরাবর দৃশ্যমান বুদ্বুদের সৃষ্টি হয় এবং এর হবি তোলা সম্ভব। হবিটি গতিপথকে চিহ্নিত করে। যেক-কক্ষের অনুরূপ পদ্ধতিতে বুদ্বুদ-কক্ষ থেকে পাওয়া কণার গতিপথকে বিশ্লেষণ করে মৌলিক কণার বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ করা হয়। বুদ্বুদ-কক্ষে তরল পদার্থ ব্যবহার করা হয় বলে আরম্ভনকারী কণিকার সঙ্গে মাধ্যমের সংঘাত খুব বেশী এবং তাড়াতাড়ি হয়। ফলে উচ্চগতিসম্পন্ন মৌলিক কণাগুলির বৈশিষ্ট্য বুদ্বুদ-কক্ষের সাহায্যে জানা সম্ভব। এটাই হলো বুদ্বুদকক্ষের কর্মনীতি।

শ্রীমন্ত্বেশ্বর দে০

ইনস্টিটিউট অব রেডিও বিজ্ঞান অ্যান্ড ইলেকট্রনিক্স ; বিজ্ঞান কলেজ, কলিকাতা-৭

## বিবিধ

### 1973 সালে বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার

এই বছর (1973) পদার্থ-বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার পেয়েছেন মিলিতভাবে জাপানের ডক্টর লিও ইসাকী, আমেরিকার ডক্টর আইজাখ নিজার এবং সুইডেনের ডক্টর স্ট্রান্ডম ভি. বোলেনফলম।

রসায়নশাস্ত্রে নোবেল পুরস্কার লাভ করেছেন সুস্বতাবে সুইডেনের ডক্টর জিওর্জে উইলকিনসন এবং পঃ জার্মানীর আর্নস্ট ওটো কিসার।

চিকিৎসা-বিজ্ঞান ও শারীরতাত্ত্বিক মিলিতভাবে নোবেল পুরস্কার পেয়েছেন হু-জুন অস্ট্রিয়ান ও একজন ডাচ। এঁরা হলেন কার্ল কন ক্রিপ, কমরাত লরেন্স এবং মিকোলাস ট্রানবারজেন (ডাচ)।

### জান-অবিজ্ঞান তৈরীর অভিনব উপকরণ

পুথনো ধরনের কাগজ দিয়ে ডেক, আর মাল্বেস মাথার চুল দিয়ে চেয়ার তৈরী হয়েছে। ক্যানজাস স্টেট বিশ্ববিদ্যালয়ের (বুজার্ট) ডিম-জন হাসাননিক ইঞ্জিনিয়ারের কাছে এসব এখন আর আশ্চর্য্যী করার কিছু নয়। গিরাং কার্ভি ডেকিত রেটকলক ও ওয়েব ডেভেলপমেন্ট প্রকৃতি গবেষকেরা মাথার চুল, নখের পাখ-কাঁচা আর ধরনের কাগজকে এমন একটি পদার্থে রূপান্তরিত করেছেন, কার্টের পরিবর্তে বা অনারাসে ব্যবহার করা যায়।

এই প্রক্রিয়ার প্রধান উপকরণ একজাতীয় বিশেষ ধরনের তরল পদার্থ। পারমাণবিক



বিকিরণের সাহায্যে এই পদার্থটি কঠিন প্রান্তিকে পরিণত হয়। ঐ তরল পদার্থটির সঙ্গে পরিভ্যক্ত কাম্বোজ ইকুরো যেখানে ঠিক যেন আসল কাঁঠি হয়ে যায়। নরনার কাঁচা যেখানেও হলো নতুন টংপর এই প্রান্তিক পদার্থীন হয়। পারমাণবিক বিকিরণের ফলে জীবাণু নষ্টও হয়ে থাকে। ঐ সব পরিভ্যক্ত জিনিসে তৈরী এই প্রান্তিক কংক্রিটের বস্তু পক্ষ। একে করতে নিয়ে চোরা যেতে পারে, ছুরপুল দিয়ে হেঁচা করা চলে, অথবা কাঠের বস্তু সকেই যে কোনও রকম করে গঠন করা যেতে পারে—ইজিনিয়ারেরা এই সব বলেছেন।

### প্রান্তিকের বাড়ী

বাসি, ভক্ত ও পেটোল শোষণে যে সব আবর্জনা আছে, তাই থেকে একটি ছোট পুঁহ নির্মাণ প্রতিষ্ঠান বোর্টরিল সিস্টেমস কর্পোরেশন (এসকনভিভো, ক্যালিফোর্নিয়া) এক বছরের প্রান্তিক পদার্থ তৈরী করেছে। এই পদার্থটি পুঁহ নির্মাণের কাজে লাগানো হচ্ছে। প্রতিষ্ঠানের এনিয়েটে জোরেল এলম্যান দাবী করেন যে, প্রান্তিকে তৈরী বাড়ীর কাঠামো এরোজনের তুলনার ১৫ গুণ বেশী শক্ত হয়। এরকম বাড়ী ফলে পড়ে না, তাই ভূমিকম্পের সময়ও এই বাড়ী নিরাপদ।

মিঃ এলম্যান এই ধরনের প্রান্তিককে কারিগরী কাজে ব্যবহার অবদান বলে উল্লেখ করেছেন। ইকুরোটের ছোট পুঁহ নির্মাণ কাজে ১৫০টি বাড়ীতে এই প্রান্তিক মূল উপাদান হিসাবে ব্যবহার করা হচ্ছে। বাড়ীগুলি বাজের মত মডেলে

নির্মাণ করা হয় এবং তারপর জমিতে নিয়ে গিয়ে দেড়লির সংযোজন করা হয়।

তিন বছর আগে প্রতিষ্ঠানটি স্থাপিত হয় কম বছরে তৈরীর উদ্দেশ্য নিয়ে। প্রচলিত পুঁহ-নির্মাণের উপাদান ও অংশসমূহের পরিবর্তে কারখানার আগে থেকে তৈরী অংশ পরে সংযোজন করে এই বাড়ী তৈরী হয়।

### পদ্মলোকে রক্তস্রাব চট্টোপাধ্যায়

জীবন দেখলেবক বিশিষ্ট গাড়ীবাড়ী মেতা রক্তস্রাব চট্টোপাধ্যায় গত ২৫শে সেপ্টেম্বর ৪১ বছর বয়সে কলকাতার পদ্মলোক গমন করেছেন।

ঐচট্টোপাধ্যায় প্রথম জীবনে বিদ্রোহী বলের সঙ্গে যুক্ত ছিলেন। কিন্তু ১৯২১ সালে গাড়ীজীর সম্পর্কে আসবার পর তাঁর অহিংসার আদর্শে উত্থ হন। স্বাধীনতা আন্দোলনে তিনি বহুবার কারাদণ্ড ভোগ করেন। ১৯৪২ সালে 'ভারত ছাড়' আন্দোলনকালে তিনি কারাকন্ড হন। মুক্তিলাভের পর মুক্তিক্রান্তের কাজে আত্মনিয়োগ করেন।

স্বাধীনতা লাভের পর তিনি একবার পশ্চিম বঙ্গ বিধান সভার সভ্য হন। বাংলা হরিজন পত্রিকার সম্পাদকরূপে গাড়ী সাহিত্যে তাঁর অবদান বিশেষ উল্লেখযোগ্য। গাড়ীসাহিত্যের একজন প্রধান প্রবক্তা হিসাবে তিনি অনন্য পত্র-পত্রিকার মনমণীল প্রবন্ধ লিখেছেন। গাড়ী অম্মনতবাদিকীর প্রকাশনা উপসমিতির তিনি ছিলেন সভাপতি।

গাড়ীজীর মত আচার্য প্রহ্লাদজ্যেয় সঙ্গেও তাঁর সম্পর্ক ছিল অতি নিবিড়। বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের সঙ্গে তাঁর যোগসূত্র ছিল এবং 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার কয়েকটি বিশেষ সংখ্যায় তিনি লিখেছিলেন।



# বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ

পি 23, রাজা রূপ কৃষ্ণ ষ্ট্রীট, কলিকাতা-৬

পঞ্চবিংশতিতম বার্ষিক সাধারণ অধিবেশন, 1973

পরিষদ ভবন

28শে সেপ্টেম্বর, 1973

ভাষণার বৈকাল, 5-30 মিঃ

## কার্যবিবরণী ও গৃহীত প্রস্তাবাবলী

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের এই পঞ্চবিংশতিতম বার্ষিক সাধারণ অধিবেশনে মোট 32 জন সভ্য উপস্থিত ছিলেন। পরিষদের সভাপতি শ্রীমতেন্দ্র নাথ বসু মহোদয় শারীরিক অসুস্থতার জন্ত সভার উপস্থিতিতে থাকিতে পারেন নাই। তাঁহার অনুপস্থিতিতে পরিষদের অধ্যক্ষ মহোদয় সভাপতিত্ব করিয়া আয়োজন ও কার্য পরিচালনা করিয়াছেন।

### 1. কর্মসূচির বার্ষিক বিবরণী

পরিষদের কর্মসূচির অধীনে বসু মহোদয় এই অধিবেশনে উপস্থিত সভ্যগণকে স্বাগত জানাইয়া গত 1972-73 সালের জুনে পরিষদের বিবিধ কার্যকর্ম ও আর্থিক অবস্থান সম্পর্কে তাঁহার লিখিত বার্ষিক বিবরণী পাঠ করেন। তিনি আরো বলেন যে, গত জুলাই মাসে পরিষদের পঞ্চবিংশতিতম বার্ষিক প্রতিষ্ঠা-দিবস অনুষ্ঠানের সভার পটভূমিতে কার্যবিবরণীতে আলোচ্য বৎসরে পরিষদের বিভিন্ন কর্মসূচী ও আর্থিক অবস্থানের বিবরণ বিস্তৃতভাবে আলোচিত হইয়াছিল এবং তাহাই যথোচিতভাবে 1972-73 সালের বার্ষিক বিবরণী হিসাবে গণ্য করা হইতে পারে। (উক্ত বিবরণী 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার অগাস্ট '73 সংখ্যায় প্রকাশিত হইয়াছে।) বাহা হউক, তিনি পরিষদের বিবিধ কার্যকর্ম ও আর্থিক অবস্থা বিশ্লেষণ করিয়া একটি নীতিমূলক বিবরণী প্রদান করেন।

এই বিবরণীতে তিনি পরিষদের আদর্শবাহী নীতিমূলক বাধ্যবে বিজ্ঞানের প্রচার ও এর সাধনের উদ্দেশ্যে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' বার্ষিক পত্রিকা এবং জনপ্রিয় বিজ্ঞানবিষয়ক পুস্তক প্রকাশ, বিজ্ঞানবিষয়ক বক্তৃতা বাবদ, প্রোগ্রাম, পাঠ্যপত্র ও 'হাতে-কলমে' বিভাগ পরিচালনা প্রকৃতি কর্মসূচী বর্ণনা করেন। আলোচ্য বৎসরে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার যে রকম-রকম সংখ্যা প্রকাশিত হয় এবং পাঠ্যপত্র কতক যে বিজ্ঞানবিষয়ক এবং প্রতিযোগিতা আয়োজিত হইয়াছিল, তিনি সেগুলি সম্পর্কে উল্লেখ করেন। তিনি এসময় জানান যে, পশ্চিমবঙ্গ মধ্যমিক পর্বত কলেজ যোজিত নতুন পাঠ্যপত্রী অনুযায়ী নবম ও দশম শ্রেণীর উপযোগী ভৌত বিজ্ঞান বিষয়ে একটি পাঠ্য পুস্তক রচনার জন্ত পরিষদ সম্মতি উদ্যোগী হইয়াছে। পরিকল্পনা অনুযায়ী বিবিধ কার্যের বাস্তব রূপায়ণের জন্ত কর্মসূচি মহোদয় সভ্যগণের সক্রিয় সাহায্য ও সহযোগিতা বিশেষভাবে কামনা করেন।

### 2. হিসাব-বিবরণী ও ব্যয়-সরাসরি

গত 1972-73 সালের পরীক্ষিত হিসাব-বিবরণী ও উর্বর পত্র (ম্যানুয়াল সিট) পরিষদের কোষাধ্যক্ষ শ্রীমতিবলকান্তি ঘোষ মহোদয় সভার অনুমোদনের জন্ত উপস্থাপিত করিয়া ভূমিস্বপূর্ণ বিবরণী বিশেষভাবে বিশ্লেষণ করেন। উপস্থিত সভ্যগণ কতক উক্ত হিসাব-বিবরণী ও উর্বর



পত্র সর্বসম্মতিক্রমে অঙ্গীকৃত ও গৃহীত হয়।  
অতঃপর কোষাধ্যক্ষ মহোদয়ের পরিষদের বিদ্যার্থী কার্যকরী সমিতি কর্তৃক গঠিত ও অঙ্গীকৃত বর্তমান 1973-74 সালের জ্ঞান পরিষদের আনুষ্ঠানিক ব্যয়-বরাদ্দ বা বাজেটপত্র সভাপনের অঙ্গীকৃতের জ্ঞান সভার পেশ করেন। যথোচিত আলোচনার পরে উক্ত ব্যয়-বরাদ্দপত্র উপস্থিত সভাপন কর্তৃক সর্বসম্মতিক্রমে অঙ্গীকৃত ও গৃহীত হয়।

### 3. কার্যকরী সমিতি গঠন

1973-74 সালের জ্ঞান পরিষদের নূতন কার্যকরী সমিতির কর্তব্যাক্ষেপণী ও সভ্যদের মনোনিবেশপত্রের চূড়ান্ত তালিকা কর্মসচিব মহোদয় সভার অঙ্গীকৃতের জ্ঞান উপস্থাপিত করেন এবং সভাপন কর্তৃক তাহা সর্বসম্মতিক্রমে অঙ্গীকৃত হয়। উক্ত তালিকা অঙ্গীকৃত পরিষদের নূতন কার্যকরী সমিতির বিভিন্ন পদে ও সাধারণ সভ্যরূপে নিম্নলিখিত সভাপন সর্বসম্মতিক্রমে নির্বাচিত হইলেন বলিয়া সভার ঘোষিত হয়।

#### কার্যকরী সমিতি

কর্তব্যাক্ষেপণী :

সভাপতি ঐনোজ্জামা বহু

সহ:সভাপতি ঐনোজ্জামা বহু

ঐনুশাখান দেব

ঐনোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

ঐনোজ্জামা ভাট্টাচার্য

ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

ঐনুশাখান দেব

ঐনোজ্জামা বহু

ঐনোজ্জামা বহু

ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

ঐনুশাখান দেব

কর্মসচিব—ঐনোজ্জামা বহু

কোষাধ্যক্ষ—ঐনুশাখান দেব

সহকর্মসচিব—ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

ঐনোজ্জামা বহু

সভ্য

1 ঐনোজ্জামা ভাট্টাচার্য

2 . নুশাখান দেব

3 . বিদীপকুমার ঘোষ

4 . দেবেন্দ্রনাথ দেব

5 . দেবেন্দ্রনাথ বহু

6 . বলাইচাঁদ মুখোপাধ্যায়

7 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

8 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

9 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

10 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

11 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

12 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

13 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

14 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

15 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

4. হিসাব-পত্রীকক নির্বাচন

পরিষদের বিভিন্ন ভবনের 1973-74 সালের হিসাব-পত্র পরীক্ষা করিবার জ্ঞান হিসাব-পত্রীকক (অডিটর) রূপে পরিষদের পূর্বতন হিসাব-পত্রীকক বেনারসী মুখোপাধ্যায়, ভাট্টাচার্য আর্থাচার্য, ভাট্টাচার্য আর্থাচার্য-এর নাম প্রস্তাবিত হয় এবং তাহা সর্বসম্মতিক্রমে গৃহীত হয়।

### 5. অনুমোদনসম্পন্ন নির্বাচন

পরিষদের নিয়ন্ত্রণের বিধান অনুযায়ী এই বার্ষিক সাধারণ অধিবেশনের কার্যবিবরণী ও গৃহীত প্রস্তাবাবলীর অঙ্গীকৃত চূড়ান্তভাবে অঙ্গীকৃতের জ্ঞান নিম্নলিখিত সভাপন অঙ্গীকৃত হিসাবে সভার সর্বসম্মতিক্রমে নির্বাচিত হয়।

1 ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

2 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

3 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

4 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়

5 . ঐনোজ্জামা মুখোপাধ্যায়























